

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 4 8 6 6
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 4 4 8 6 6]

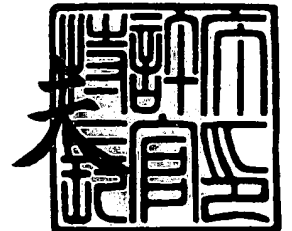
願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 99P05770
【提出日】 平成15年10月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/24
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 三島 康児
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 山家 研二
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 井上 弘康
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 柿内 宏憲
【特許出願人】
 【識別番号】 000003067
 【氏名又は名称】 T D K株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100078031
 【氏名又は名称】 大石 皓一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100121681
 【氏名又は名称】 緒方 和文
【選任した代理人】
 【識別番号】 100126468
 【氏名又は名称】 田久保 泰夫
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 1753
 【出願日】 平成15年 1月 8日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 074148
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

基板と、基板上に形成された 3 層以上の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層が、いずれも、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素 M の単体と、記録用のレーザビームが照射されることにより、前記金属元素 M の単体と結合して、前記金属元素 M との化合物の結晶を生成する元素 X とを、含み、これら記録層が、前記レーザビームの光入射面に近いほど、厚さが薄く形成されていることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】

前記基板上に、第一の記録層と、第二の記録層と、第三の記録層を、この順に備え、前記第二の記録層および前記第三の記録層に含まれる前記金属元素 M が同一の元素で、前記第二の記録層が、15 nm ないし 50 nm の厚さを有し、前記第三の記録層の厚さ (D3) と、前記第二の記録層の厚さ (D2) との比 ($D3/D2$) が 0.40 ないし 0.70 の関係を満たすように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 3】

前記基板上に、第一の記録層と、第二の記録層と、第三の記録層と、第四の記録層とを、この順に備え、前記第二の記録層、前記第三の記録層および前記第四の記録層に含まれる前記金属元素 M が同一の元素で、第二の記録層が、20 nm ないし 50 nm の厚さを有し、前記第三の記録層の厚さ (D3) と、前記第二の記録層の厚さ (D2) との比 ($D3/D2$) が 0.48 ないし 0.93 の関係を満たすように形成され、前記第四の記録層の厚さ (D4) と、前記第二の記録層の厚さ (D2) との比 ($D4/D2$) が 0.39 ないし 0.70 の関係を満たすように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 4】

前記元素 X が、S または O であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項 5】

前記レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層が、Mg、Al および Ti からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を、さらに含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項 6】

レーザビームの光入射面から最も遠い記録層が、Cu を主成分として含む第一の記録膜と、Si を主成分として含む第二の記録膜とを有することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項 7】

前記基板と、前記レーザビームの光入射面から最も遠い記録層との間に、反射膜を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項 8】

前記記録層が、380 nm ないし 450 nm の波長を有するレーザビームを用いて、データの記録および再生が可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の光記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】光記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の記録層を有する追記型の光記録媒体に関するものであり、とくに、複数の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができ、かつ、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層にも、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができる光記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルデータを記録するための記録媒体として、CDやDVDに代表される光記録媒体が広く利用されている。このような光記録媒体に要求される記録容量は年々増大し、光記録媒体の記録容量を増大させるために、種々の提案がなされている。

【0003】

その一つとして、二層の記録層を備えた光記録媒体が提案されており、再生専用の光記録媒体であるDVD-VideoやDVD-ROMにおいて、すでに実用化されている。

【0004】

このように、二層の記録層を備えた再生専用の光記録媒体は、記録層を構成するプリピットが表面に形成された2枚の基板が、中間層を介して、積層された構造を有している。

【0005】

また、近年、ユーザによるデータの記録が可能な書き換え型の光記録媒体についても、二層の情報記録層を備えた光記録媒体が提案されている（特開2001-243655号公報参照）。

【0006】

二層の記録層を備えた書き換え型の光記録媒体においては、記録膜と、記録膜を挟んで形成された誘電体層（保護層）によって記録層が形成され、かかる構造を有する記録層が、中間層を介して、積層されている。

【0007】

このような二層の記録層を備えた書き換え型の光記録媒体にデータを記録する場合には、レーザビームのフォーカスをいずれか一方の記録層に合わせ、レーザビームのパワーを再生パワー P_r よりも十分に高レベルの記録パワー P_w に設定して、レーザビームを記録層に照射することによって、記録層に含まれている記録膜の相状態を変化させて、記録層の所定の部分に記録マークを形成する。

【0008】

こうして形成された記録マークは、記録マークが形成されていないブランク領域とは異なる反射率を有するため、レーザビームのフォーカスをいずれか一方の記録層に合わせ、パワーが再生パワー P_r に設定されたレーザビームを記録層に照射し、記録層からの反射光の光量を検出することによって、記録層に記録されたデータを再生することができる。

【0009】

このように、二層の記録層が形成された書き換え型光記録媒体においては、レーザビームのフォーカスをいずれか一方の記録層に合わせて、レーザビームをその記録層に照射して、その記録層にデータを記録し、その記録層に記録されたデータが再生されるように構成されているため、光入射面から遠い側の記録層（以下、「第一の記録層」という）に、データを記録し、記録されたデータを再生するときに、光入射面から近い側の記録層（以下、「第二の記録層」という）を介して、第一の記録層に、レーザビームが照射されることになる。

【0010】

したがって、所望のように、第一の記録層にデータを記録し、第一の記録層に記録されたデータを再生するためには、第二の記録層が、レーザビームに対して、十分に高い光透

過率を有していることが必要である。

【特許文献1】特開2001-243655号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

その一方で、第二の記録層に記録されたデータを再生したときに、高いC/N比を有する再生信号を得るためには、第二の記録層は、記録マークが形成された領域と、ブランク領域との間の反射率差が十分に大きい材料によって形成されていることが要求される。

【0012】

同様な問題は、二層の記録層を有する追記型記録媒体においても生じ、第二の記録層には同様の特性が要求されている。

【0013】

しかしながら、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外のすべての記録層が、レーザビームに対して、十分に高い光透過率を有し、かつ、記録マークが形成された領域と、ブランク領域との間の反射率差が十分に大きい特性を有する三層以上の記録層を備えたユーザによるデータの記録が可能な光記録媒体は開発されていなかった。

【0014】

したがって、本発明は、複数の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができ、かつ、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層にも、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができる光記録媒体を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明のかかる目的は、基板と、基板上に形成された3層以上の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層が、いずれも、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、ZnおよびLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素Mの単体と、記録用のレーザビームが照射されることにより、前記金属元素Mの単体と結合して、前記金属元素Mとの化合物の結晶を生成する元素Xとを、含み、これら記録層が、前記レーザビームの光入射面に近いほど、厚さが薄く形成されていることを特徴とする光記録媒体によって達成される。

【0016】

レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層は、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層にデータを記録し、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを再生するときに、レーザビームが透過する層であるから、レーザビームに対して十分な光透過率を有していることが必要である。

【0017】

その一方で、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層に記録されたデータを再生するときには、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層によって反射され、光入射面から出射したレーザビームのパワーが検出されて、再生信号が生成されるから、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層は、記録されたデータを再生したときに、高いレベルの再生信号を得ることができるのに十分な反射率を有していることが必要である。

【0018】

本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層を形成した場合には、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層は、いずれも、レーザビームに対して、十分な光透過率を有していることが見出されている。

【0019】

したがって、本発明によれば、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、データ

を記録する場合に、レーザビームが、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に到達するまでに、レーザビームのパワーが低下することを最小限に抑制することができるから、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、所望のように、データを記録することが可能となり、一方、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを再生する場合にも、レーザビームのパワーが低下することを最小限に抑制することができるから、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを、所望のように、再生することが可能となる。

【0020】

また、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層を形成した場合には、レーザビームの光入射面から遠い記録層であるほど、レーザビームに対する反射率を高くすることができることを見出されており、したがって、本発明によれば、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層だけでなく、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層からも、データを、所望のように、再生することが可能となる。

【0021】

本発明の好ましい実施態様においては、前記基板上に、第一の記録層と、第二の記録層と、第三の記録層を、この順に備え、前記第二の記録層および前記第三の記録層に含まれる前記金属元素Mが同一の元素で、前記第二の記録層が、15 nmないし50 nmの厚さを有し、前記第三の記録層の厚さ(D3)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比($D3/D2$)が0.40ないし0.70の関係を満たすように形成されている。

【0022】

第二の記録層および第三の記録層は、データを記録する記録層としての役割を果たす必要があるため、それぞれ、同等のパワーの記録用レーザビームを照射して、第二の記録層と第三の記録層に、同様に、データを記録できるように、第二の記録層のレーザビームの光吸収量と、第三の記録層のレーザビームの光吸収量が等しくなることが好ましい。

【0023】

さらに、第二の記録層に記録されたデータと、第三の記録層に記録されたデータを、同様に、再生するためには、レーザビームを第二の記録層にフォーカスして、レーザビームを第三の記録層を介して、第二の記録層に照射したときの第二の記録層のレーザビームに対する反射率と、レーザビームを第三の記録層にフォーカスして、レーザビームを第三の記録層に照射したときの第三の記録層のレーザビームに対する反射率が等しくなることが好ましい。

【0024】

本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層および第三の記録層を形成した場合には、第二の記録層のレーザビームの光吸収量と、第三の記録層のレーザビームの光吸収量がほぼ等しく、かつ、光記録媒体に照射されるレーザビームのパワー(光強度)に対して、各記録層の光吸収率が、10%ないし30%の十分な光吸収率を有するように、第二の記録層および第三の記録層を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層および第三の記録層のいずれの記録層にも、所望のように、データを記録することが可能となる。

【0025】

さらに、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層および第三の記録層を、形成した場合には、第二の記録層の反射率と、第三の記録層の反射率がほぼ等しく、かつ、それぞれが十分な反射率を有するように、第二の記録層および第三の記録層を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層および第三の記録層のいずれの記録層からも、データを、所望のように、再生することが可能となる。

【0026】

本発明において、第三の記録層の厚さ(D3)と第二の記録層の厚さ(D2)との比($D3/D2$)は、0.46ないし0.69の関係を満たすことが好ましく、0.50ない

し0.63の関係を満たすことが、より好ましい。

【0027】

本発明の好ましい実施態様においては、前記基板上に、第一の記録層と、第二の記録層と、第三の記録層と、第四の記録層とを、この順に備え、前記第二の記録層、前記第三の記録層および前記第四の記録層に含まれる前記金属元素Mが同一の元素で、第二の記録層が、20nmないし50nmの厚さを有し、前記第三の記録層の厚さ(D3)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D3/D2)が0.48ないし0.93の関係を満たすように形成され、前記第四の記録層の厚さ(D4)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D4/D2)が0.39ないし0.70の関係を満たすように形成されている。

【0028】

本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を、形成した場合には、第二の記録層のレーザビームの光吸収量、第三の記録層のレーザビームの光吸収量、および第三の記録層のレーザビームの光吸収量がほぼ等しく、かつ、光記録媒体に照射されるレーザビームのパワー(光強度)に対して、各記録層の光吸収率が、10%ないし20%の十分な光吸収率を有するように、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のいずれの記録層にも、所望のように、データを記録することが可能となる。

【0029】

さらに、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を、形成した場合には、第二の記録層の反射率、第三の記録層の反射率、および第四の記録層の反射率がほぼ等しく、かつ、それぞれが十分な反射率を有するように、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のいずれの記録層からも、記録したデータを、所望のように、再生することが可能となる。

【0030】

本発明においては、前記第三の記録層の厚さ(D3)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D3/D2)が、0.50ないし0.90の関係を満たし、かつ、前記第四の記録層の厚さ(D4)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D4/D2)が、0.39ないし0.65の関係を満たすように構成されることが、好ましく、前記第三の記録層の厚さ(D3)と、前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D3/D2)が、0.57ないし0.80の関係を満たし、かつ、前記第四の記録層の厚さ(D4)と前記第二の記録層の厚さ(D2)との比(D4/D2)が、0.42ないし0.54の関係を満たすように構成されることが、より好ましい。

【0031】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記元素Xが、SまたはOである。

【0032】

元素Xが、FやClのような7B族の元素であるときには、反応性が高すぎるため、記録用のレーザビームを照射せずとも、金属元素Mと反応してしまい、また、NやPのような5B族の元素であるときには、反応性が弱すぎて、金属元素Mと反応し難く、記録感度が悪くなるおそれがある。

【0033】

これに対し、元素Xが、ともに6B族であるOまたはSであるときには、反応正が高すぎることもなければ、弱すぎることもなく、所望のように、金属元素Mと反応させて結晶化を生じさせることができ、また、第二の記録層および第三の記録層の光透過率を高くすることもできるので、好ましい。

【0034】

本発明の好ましい実施態様においては、前記レーザビームの光入射面から最も遠い記録

層以外の記録層が、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を、さらに含んでいる。

【0035】

本発明において、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層が、Mgを含むときには、Mgの含有量は、18.5原子%ないし33.7原子%であることが好ましく、20原子%ないし33.5原子%であることが、さらに好ましく、Alを含むときには、Alの含有量は、11原子%ないし40原子%であることが好ましく、18原子%ないし32原子%であることが、さらに好ましく、また、Tiを含むときには、Tiの含有量は、8原子%ないし34原子%であることが好ましく、10原子%ないし26原子%であることが、さらに好ましい。

【0036】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層が、Cuを主成分として含む第一の記録膜と、Siを主成分として含む第二の記録膜とを有している。

【0037】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層が、Cuを主成分として含む第一の記録膜と、Siを主成分として含む第二の記録膜とを有しているから、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを再生したときの再生信号のノイズレベルを、より低く抑えることができ、また、記録前後の反射率差を大きくすることができ、さらに、光記録媒体を、長期間保存した場合にも、記録されたデータが劣化するのを防止することもでき、光記録媒体の信頼性を高めることが可能となる。

【0038】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記基板と、前記レーザビームの光入射面から最も遠い記録層との間に、反射膜を備えている。

【0039】

本発明のさらに好ましい実施態様によれば、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを再生する場合に、光入射面側から入射されたレーザビームが、反射膜の表面によって反射され、反射膜によって反射されたレーザビームは、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層で反射されたレーザビームと相互干渉し、この結果、記録前と記録後の反射率差を大きくすることができ、したがって、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に記録されたデータを、感度よく、再生することが可能となる。

【0040】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記記録層が、380nmないし450nmの波長を有するレーザビームを用いて、データの記録および再生が可能に構成されている。

【0041】

Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、ZnおよびLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素Mの単体と、記録用レーザビームが照射されることにより、前記金属元素Mの単体と結合して、前記金属元素Mとの化合物の結晶を生成する元素Xとを、含む記録層は、380nmないし450nmの波長 λ を有するレーザビームに対して良好な光学特性を示すため、380nmないし450nmの波長 λ を有するレーザビームを用いて、データが記録され、記録されたデータが再生されるのが、好ましい。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、複数の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができ、かつ、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層にも、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができる光記録媒体を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0043】**

以下、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。

【0044】

図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の略斜視図であり、図2は、図1のAで示された部分の略拡大断面図である。

【0045】

図1に示されるように、本実施態様にかかる光記録媒体10は、約120mmの外径と、1.2mmの厚さを有する円板状に形成されており、図2に示されるように、支持基板11と、第一の記録層20と、第一の透明中間層12と、第二の記録層30と、第二の透明中間層13と、第三の記録層40と、光透過層15とを備えている。

【0046】

第一の記録層20、第二の記録層30および第三の記録層40は、それぞれ、データを記録する記録層であり、本実施態様にかかる光記録媒体10は、三層の記録層を有している。

【0047】

図2に示されるように、本実施態様にかかる光記録媒体10は、光透過層15にレーザービームLが照射されるように構成され、光透過層15の一方の表面によって、光入射面15aが構成されている。

【0048】

図2に示されるように、第一の記録層20が、光入射面15aから最も遠い記録層を構成し、第三の記録層40が、光入射面15aに最も近い記録層を構成している。

【0049】

第一の記録層20、第二の記録層30あるいは第三の記録層40にデータを記録し、第一の記録層20、第二の記録層30あるいは第三の記録層40に記録されたデータを再生する場合には、光入射面15a側から、380nmないし450nmの波長 λ を有する青色レーザービームLが照射され、その焦点が、第一の記録層20、第二の記録層30および第三の記録層40のいずれか1つに合わされる。

【0050】

したがって、第一の記録層20にデータを記録し、第一の記録層20に記録されたデータを再生するときには、第二の記録層30および第三の記録層40を介して、第一の記録層20に、レーザービームLが照射され、第二の記録層30にデータを記録し、第二の記録層30に記録されたデータを再生するときには、第三の記録層40を介して、第二の記録層30に、レーザービームLが照射される。

【0051】

支持基板11は、光記録媒体10に求められる機械的強度を確保するための支持体として、機能する。

【0052】

支持基板11を形成するための材料は、光記録媒体10の支持体として機能することができれば、とくに限定されるものではない。支持基板11は、たとえば、ガラス、セラミックス、樹脂などによって、形成することができる。これらのうち、成形の容易性の観点から、樹脂が好ましく使用される。このような樹脂としては、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコン樹脂、フッ素系樹脂、ABS樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。これらの中でも、加工性、表面粗度などの点から、ポリカーボネート樹脂がとくに好ましく、本実施態様においては、支持基板11は、ポリカーボネート樹脂によって形成されている。本実施態様においては、レーザービームLは、支持基板11とは反対側に位置する光入射面15aを介して、照射されるから、支持基板11が、光透過性を有していることは必要でない。

【0053】

本実施態様においては、支持基板 11 は、約 1.1 mm の厚さを有している。

【0054】

図 2 に示されるように、支持基板 11 の表面には、交互に、グループ 11a およびランド 11b が形成されている。支持基板 11 の表面に形成されたグループ 11a および／またはランド 11b は、データを第一の記録層 20 に記録する場合およびデータを再生する場合において、レーザビーム L のガイドトラックとして、機能する。

【0055】

グループ 11a の深さは、とくに限定されるものではないが、10 nm ないし 40 nm に設定することが好ましく、グループ 11a のピッチは、とくに限定されるものではないが、0.2 μ m ないし 0.4 μ m に設定することが好ましい。

【0056】

図 2 に示されるように、支持基板 11 の表面上には、第一の記録層 20 が形成されている。

【0057】

図 3 は、第一の記録層 20 の構造を示す略拡大断面図である。

【0058】

図 3 に示されるように、第一の記録層 20 は、支持基板 11 側から、反射膜 21、第二の誘電体膜 22、第一の記録膜 23a、第二の記録膜 23b および第一の誘電体膜 24 が積層されて、構成されている。

【0059】

反射膜 21 は、光入射面 15a から入射されるレーザビーム L を反射し、再び、光入射面 15a から出射させる役割を果たすとともに、レーザビーム L の照射によって、第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b に生じた熱を効果的に放熱させる役割を果たす。

【0060】

反射膜 21 を形成するための材料は、とくに限定されるものではないが、Mg、Al、Ti、Cr、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、Ag、Pt、Au などによって、形成することができる。これらのうちでは、Al、Au、Ag、Cu またはこれらの合金が、高い反射率と高い熱伝導率を有しているため、反射膜 21 を形成するために、好ましく使用される。

【0061】

反射膜 21 は、20 nm ないし 200 nm の厚さを有するように、形成されることが好ましい。反射膜 21 の厚さが 20 nm 未満であると、反射膜 21 の反射率を十分に高くすることが困難になるとともに、第一の記録層 20 に生成された熱を放熱することが困難になり、その一方で、反射膜 21 の厚さが 200 nm を越えていると、反射膜 21 の成膜に長い時間を要するため、生産性を低下し、内部応力などによって、クラックが発生するおそれがある。

【0062】

図 3 に示されるように、反射膜 21 の表面上には、第二の誘電体膜 22 が形成されている。

【0063】

第二の誘電体膜 22 は、支持基板 11 の熱変形を防止する機能を有し、さらに、第一の誘電体膜 24 とともに、第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b を保護する保護膜として機能する。

【0064】

第二の誘電体膜 22 を形成するための材料は、レーザビーム L の波長領域において、透明な誘電体材料であれば、とくに限定されるものではないが、 Al_2O_3 、AlN、ZnO、ZnS、GeN、GeCrN、 CeO_2 、SiO、 SiO_2 、 Si_3N_4 、SiC、 La_2O_3 、TaO、 TiO_2 、Si·Al·O·N および La·Si·O·N など、Al、Zn、Ge、Ce、Si、La、Ta、Ti などの酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いて、第二の誘電体膜 22 を形成することが好ましく、とく

に、 $ZnS \cdot SiO_2$ からなる誘電体を主成分とする材料によって、第二の誘電体膜 22 を形成することが好ましい。ここに、 $Si \cdot Al \cdot O \cdot N$ は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 および AlN の混合物、 $La \cdot Si \cdot O \cdot N$ は、 La_2O_3 、 SiO_2 および Si_3N_4 の混合物、 $ZnS \cdot SiO_2$ は、 ZnS と SiO_2 との混合物を意味する。

【0065】

図3に示されるように、第二の誘電体膜 22 の表面上には、第一の記録膜 23a が形成され、さらに、その表面上には、第二の記録膜 23b が形成されている。

【0066】

第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b は、データを記録する記録膜である。

【0067】

本実施態様においては、第一の記録膜 23a は Cu を主成分として含み、第二の記録膜 23b は Si を主成分として含んでいる。

【0068】

本明細書において、ある元素を主成分として含むとは、当該元素の含有量が 50 原子% ないし 100 原子%であることを意味する。

【0069】

Cu を主成分として含む第一の記録膜 23a には、 Al 、 Zn 、 Sn 、 Mg 、 Au からなる群より選ばれる少なくとも一種の元素が添加されていることが好ましい。これらの元素を、 Cu を主成分として含む記録膜に添加した場合には、再生信号のノイズレベルを低下させることが可能になるとともに、長期間の保存に対する信頼性を向上させることが可能になる。

【0070】

第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b は、その総厚が、2 nm ないし 40 nm となるように形成されることが好ましい。

【0071】

第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b の総厚が、2 nm 未満の場合には、レーザービーム L を照射する前後の反射率の変化が少なくなり、高い C/N 比の再生信号を得ることができなくなり、一方、第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b の総厚が、40 nm を越えると、記録感度が悪化してしまう。

【0072】

第一の記録膜 23a および第二の記録膜 23b のそれぞれの厚さは、とくに限定されるものではないが、第二の記録膜 23b の厚さと、第一の記録膜 23a の厚さとの比、すなわち、第二の記録膜 23b の厚さ／第一の記録膜 23a の厚さが、0.2 ないし 5.0 であることが好ましい。

【0073】

図3に示されるように、第二の記録膜 23b の表面には、第一の誘電体膜 24 が形成されている。

【0074】

第一の誘電体膜 24 は、第二の誘電体膜 22 と同様の材料によって形成することができる。

【0075】

図2に示されるように、第一の記録層 20 の表面には、第一の透明中間層 12 が形成されている。

【0076】

第一の透明中間層 12 は、第一の記録層 20 と第二の記録層 30 を物理的および光学的に十分な距離をもって離間させる機能を有している。

【0077】

図2に示されるように、第一の透明中間層 12 の表面には、交互に、グループ 12a およびランド 12b が形成されている。第一の透明中間層 12 の表面に形成されたグループ 12a および／またはランド 12b は、第二の記録層 30 にデータを記録する場合および

第二の記録層 3 0 からデータを再生する場合において、レーザビーム L のガイドトラックとして、機能する。

【 0 0 7 8 】

図 2 に示されるように、第一の透明中間層 1 2 の表面には、第二の記録層 3 0 が形成され、第二の記録層 3 0 の表面には、第二の透明中間層 1 3 が形成されている。

【 0 0 7 9 】

第二の透明中間層 1 3 は、第二の記録層 3 0 と第三の記録層 4 0 とを物理的および光学的に十分な距離をもって離間させる機能を有している。

【 0 0 8 0 】

図 2 に示されるように、第二の透明中間層 1 3 の表面には、交互に、グループ 1 3 a およびランド 1 3 b が形成されている。第二の透明中間層 1 3 の表面に形成されたグループ 1 3 a および／またはランド 1 3 b は、第三の記録層 4 0 にデータを記録する場合および第三の記録層 4 0 からデータを再生する場合において、レーザビーム L のガイドトラックとして、機能する。

【 0 0 8 1 】

グループ 1 2 a、1 3 a の深さおよびピッチは、支持基板 1 1 の表面に設けられたグループ 1 1 a の深さおよびピッチと同程度に設定することができる。

【 0 0 8 2 】

第二の透明中間層 1 3 は、第一の記録層 2 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを再生するときに、レーザビーム L が通過し、第一の透明中間層 1 2 は、第一の記録層 2 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを再生するとき、および、第二の記録層 3 0 にデータを記録し、第二の記録層 3 0 に記録されたデータを再生するときに、レーザビーム L が通過するため、高い光透過率を有していることが必要である。

【 0 0 8 3 】

第一の透明中間層 1 2 および第二の透明中間層 1 3 は、それぞれ、 $5\mu\text{m}$ ないし $50\mu\text{m}$ の厚さを有するように形成されることが好ましく、さらに好ましくは、 $10\mu\text{m}$ ないし $40\mu\text{m}$ の厚さを有するように、形成される。

【 0 0 8 4 】

第一の透明中間層 1 2 および第二の透明中間層 1 3 を形成するための材料は、とくに限定されるものではないが、紫外線硬化性アクリル樹脂を用いることが好ましい。

【 0 0 8 5 】

図 2 に示されるように、第二の透明中間層 1 3 の表面には、第三の記録層 4 0 が形成されている。

【 0 0 8 6 】

第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、データを記録する記録層であり、それぞれ、単一の記録膜によって構成されている。

【 0 0 8 7 】

本実施態様において、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、それぞれ、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、S または O の元素を含み、略同一の組成を有している。

【 0 0 8 8 】

本明細書において、略同一の組成を有するとは、Zn または La 金属元素の単体、および S または O の元素について、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 が同一の元素を含み、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 との間における Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素、S または O の元素の含有量の差が、 ± 5 原子% の範囲内であることを意味する。

【 0 0 8 9 】

本実施態様においては、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 の厚さは、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 の厚さを、それぞれ、 $D 2$ および $D 3$ とした場合に、 $D 2 > D 3$ の関係が満たされるように、形成されている。

【0090】

第二の記録層 3 0 は、第一の記録層 2 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを再生するときに、レーザビーム L が透過する層であるから、第一の記録層 2 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを再生したときに、高いレベルの再生信号を得ることができるのに十分な光透過率を有していることが必要であり、第三の記録層 4 0 は、第一の記録層 2 0 または第二の記録層 3 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 または第二の記録層 3 0 に記録されたデータを再生するときに、レーザビーム L が透過する層であるから、第一の記録層 2 0 または第二の記録層 3 0 にデータを記録し、第一の記録層 2 0 または第二の記録層 3 0 に記録されたデータを再生したときに、高いレベルの再生信号を得ることができるのに十分な光透過率を有していることが必要である。

【0091】

その一方で、第二の記録層 3 0 に記録されたデータを再生するときには、第二の記録層 3 0 によって反射され、光入射面 1 5 a から出射したレーザビーム L の強度が検出されるから、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、記録されたデータを再生したときに、高いレベルの再生信号を得ることができるのに十分な反射率を有していることが必要である。

【0092】

本実施態様においては、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、それぞれ、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、S また O の元素を含むように形成されており、本発明者の研究によれば、こうした材料は、380 nm ないし 450 nm の波長 λ を有するレーザビーム L に対する光透過率が高く、第一の記録層 2 0 の上層に形成される記録層を構成する材料として、非常に、好適であることが見出されている。

【0093】

また、本発明者の研究によれば、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 の厚さが、このような関係を満たすように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成した場合には、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、いずれも、レーザビーム L に対して、十分な光透過率を有していることが見出されている。

【0094】

したがって、本発明によれば、第一の記録層 2 0 に、データを記録する場合に、レーザビーム L が、第一の記録層 2 0 に到達するまでに、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することができるから、第一の記録層 2 0 に、所望のように、データを記録することが可能となり、一方、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを再生する場合にも、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することができるから、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを、所望のように、再生することが可能となる。

【0095】

また、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成した場合には、光入射面 1 5 a から最も遠い記録層であるほど、レーザビーム L に対する反射率を高くすることができるが見出されており、したがって、本発明によれば、第一の記録層 2 0 だけでなく、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 から、データを、所望のように、再生することが可能となる。

【0096】

また、本実施態様においては、第二の記録層 3 0 は、15 nm ないし 50 nm の厚さを有するように形成されており、第三の記録層 4 0 は、第三の記録層 4 0 の厚さ $D 3$ と、第二の記録層 3 0 の厚さ $D 2$ との比 $D 3 / D 2$ が、0.40 ないし 0.70 の関係を満たす

ように形成されている。

【0097】

第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 は、データを記録する記録層としての役割を果たす必要があるため、それぞれ、同等のパワーの記録用レーザビームを照射して、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 に、同様にして、データが記録できるように、第二の記録層 3 0 のレーザビーム L の光吸収量と、第三の記録層 4 0 のレーザビーム L の光吸収量が等しくなることが好ましい。

【0098】

さらに、第二の記録層 3 0 に記録されたデータと、第三の記録層 4 0 に記録されたデータを、同様にして、再生するためには、レーザビーム L を第二の記録層 3 0 にフォーカスして、レーザビーム L を第三の記録層 4 0 を介して、第二の記録層 3 0 に照射したときの第二の記録層 3 0 のレーザビーム L に対する反射率と、レーザビーム L を第三の記録層 4 0 にフォーカスして、レーザビーム L を第三の記録層 4 0 に照射したときの第三の記録層 4 0 のレーザビーム L に対する反射率が等しくなることが好ましい。

【0099】

本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成した場合には、第二の記録層 3 0 のレーザビームの光吸収量、および第三の記録層 4 0 のレーザビームの光吸収量がほぼ等しく、かつ、光透過層 1 5 を介して、照射されるレーザビームのパワー（光強度）に対して、第二の記録層 2 0 および第三の記録層 4 0 の光吸収率が、1 0 % ないし 3 0 % の十分な光吸収率を有するように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 のいずれの記録層にも、所望のように、データを記録することが可能となる。

【0100】

さらに、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成した場合には、第二の記録層 3 0 の反射率および第三の記録層 4 0 の反射率がほぼ等しく、かつ、それぞれが十分な反射率を有するように、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 を形成し得ることが見出されており、したがって、本発明によれば、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 のいずれの記録層からも、データを、所望のように、再生することが可能となる。

【0101】

図 2 に示されるように、第三の記録層 4 0 の表面には、光透過層 1 5 が形成されている。

【0102】

光透過層 1 5 は、レーザビームを透過させる層であり、その一方の表面によって、光入射面 1 5 a が構成されている。

【0103】

光透過層 1 5 は、3 0 μ m ないし 2 0 0 μ m の厚さを有するように形成されることが好ましい。

【0104】

光透過層 1 5 を形成するための材料は、とくに限定されるものではないが、第一の透明中間層 1 2 および第二の透明中間層 1 3 と同様に、紫外線硬化性アクリル樹脂を用いることが好ましい。

【0105】

光透過層 1 5 は、第一の記録層 2 0、第二の記録層 3 0 あるいは第三の記録層 4 0 に、データを記録し、第一の記録層 2 0、第二の記録層 3 0 あるいは第三の記録層 4 0 に記録されたデータを再生する場合に、レーザビーム L が通過するため、十分に高い光透過性を有している必要がある。

【0106】

以上のような構成を有する光記録媒体 1 0 は、次のようにして、製造される。

【0107】

図4ないし図8は、光記録媒体10の製造方法を示す工程図である。

【0108】

まず、図4に示されるように、スタンプ40を用いて、表面に、グループ11aおよびランド11bが形成された約1.1mmの厚さを有する支持基体11が、射出成形によって形成される。

【0109】

次いで、図5に示されるように、グループ11aおよびランド11bが形成されている基板11の表面のほぼ全面に、スパッタリング法などの気相成長法によって、反射膜21、第二の誘電体膜22、第一の記録膜23a、第二の記録膜23bおよび第一の誘電体膜24が順次、形成されて、第一の記録層20が形成される。

【0110】

次いで、図6に示されるように、第一の記録層20の表面上に、紫外線硬化性アクリル樹脂をスピニング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、スタンプ61を被せた状態で、スタンプ61を介して、紫外線を照射することによって、表面に、グループ12aおよびランド12bを有し、5 μ mないし50 μ mの厚さを有する第一の透明中間層12を形成する。

【0111】

さらに、図7に示されるように、第一の透明中間層12の表面上に、第二の記録層30が形成される。ここでは、第二の記録層30が、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、ZnおよびLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体のうち、ZnまたはLaの金属元素の単体を含むように形成される場合を例に挙げて説明する。

【0112】

第一の透明中間層12の表面上に、ZnS・SiO₂またはLa・Si・O・Nを主成分として含むターゲットと、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を主成分として含むターゲットとを用いて、スパッタリング法により、15nmないし50nmの厚さを有する第二の記録層30が形成される。

【0113】

ここに、本明細書においては、ZnS・SiO₂は、ZnSとSiO₂の混合物を意味し、La・Si・O・Nにおいても同様に、LaとSiとOとNの混合物を意味する。

【0114】

こうして、ZnS・SiO₂またはLa・Si・O・Nを主成分として含むターゲットと、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を主成分として含むターゲットとを用いて、スパッタリング法により、第二の記録層30を形成したときには、第二の記録層30の成膜過程で、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素が、還元剤として作用し、この結果、第二の記録層30中に、ZnまたはLaの金属元素が、単体の形で存在することになる。

【0115】

具体的には、たとえば、ターゲットとして、ZnS・SiO₂を主成分として含むターゲットと、Mgを主成分として含むターゲットを用いた場合には、Mgが、ZnS・SiO₂に含まれるZnSに対する還元剤として作用し、その結果として、第二の記録層30中に、Znが均等に分散される。このとき、還元剤として用いられたMgは、ZnSから分離、あるいは、ZnSに含まれるSの一部と結合して、MgSが形成される。したがって、Znが、単体の形で、第二の記録層30に含まれることになる。

【0116】

本実施態様において、第二の記録層30が、Mgを含むときには、Mgの含有量は、18.5原子%ないし33.7原子%であることが好ましく、20原子%ないし33.5原子%であることが、さらに好ましく、Alを含むときには、Alの含有量は、11原子%ないし40原子%であることが好ましく、18原子%ないし32原子%であることが、さ

らに好ましく、また、Tiを含むときには、Tiの含有量は、8原子%ないし34原子%であることが好ましく、10原子%ないし26原子%であることが、さらに好ましい。

【0117】

次いで、第二の記録層30の表面上に、紫外線硬化性アクリル樹脂をスピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、スタンパ61を被せた状態で、スタンパ61を介して、紫外線を照射することによって、表面に、グループ13aおよびランド13bが形成された第二の透明中間層13を形成する。

【0118】

さらに、図8に示されるように、第二の透明中間層13の表面上に、第二の記録層30と同様にして、第三の記録層40の厚さD3と第二の記録層30の厚さD2との比D3/D2が、0.40ないし0.70を満たす厚さを有する第三の記録層40を形成する。

【0119】

本実施態様においては、第二の記録層30と第三の記録層40は、略同じ組成を有しており、したがって、第三の記録層40を形成する際には、第二の記録層30を形成するのに用いたのと同じターゲットが用いられる。

【0120】

さらに、図1に示されるように、第四の記録層50の表面上に、紫外線硬化性アクリル樹脂をスピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、30 μ mないし200 μ mの厚さを有する光透過層15を形成する。

【0121】

こうして、光記録媒体10が作製される。

【0122】

以上のように構成された本実施態様にかかる光記録媒体10には、次のようにして、データが記録される。

【0123】

本実施態様において、光記録媒体10にデータを記録するにあたっては、光透過層15の光入射面13aを介して、380nmないし450nmの波長 λ を有するレーザビームLが照射され、第一の記録層20、第二の記録層30および第三の記録層40のいずれかに、レーザビームLのフォーカスが合わせられる。

【0124】

図9は、光記録媒体10の第一の記録層20、第二の記録層30あるいは第三の記録層40にデータを記録する際に、レーザビームLのパワーを制御するレーザパワー制御信号のパルス列パターンを示すダイアグラムである。

【0125】

図9に示されるように、光記録媒体10の第一の記録層20、第二の記録層30あるいは第三の記録層40にデータを記録するのに用いるレーザパワー制御信号のパルス列パターンは、記録パワーPwに対応するレベル、中間パワーPmに対応するレベルおよび基底パワーPbに対応するレベルの3つのレベルの間で、レベルが変調されたパルスによって構成されている。記録パワーPw、中間パワーPmおよび基底パワーPbのパワーは、 $Pw > Pm \geq Pb$ の関係を満たしており、これに対応して、パルス列パターンの3つのレベルも、決定されている。

【0126】

第一の記録層20に、データを記録する場合には、図9に示されるパルス列パターンを有するレーザパワー制御信号にしたがって、レーザビームLのパワーが変調され、こうして、パワーが変調されたレーザビームLが、第一の記録層20にフォーカスされて、光透過層15、第三の記録層40および第二の記録層30を介して、第一の記録層20に照射される。

【0127】

図10は、データが記録される前の第一の記録層20の略断面図であり、図11は、デ

ータが記録された後の第一の記録層 20 の略断面図である。

【0128】

記録パワー P_w に設定されたレーザビーム L が、第一の記録層 20 に照射されると、第一の記録層 20 が加熱され、図 11 に示されるように、第一の記録膜 23a に主成分として含まれる元素と、第二の記録膜 23b に主成分として含まれる元素とが混合され、混合領域 M が形成される。この混合領域 M は、それ以外の領域と、レーザビーム L に対する反射率が大きく異なるため、記録マーク M として、利用することができる。

【0129】

本実施態様においては、略同一の組成を有し、それぞれが、 Ni 、 Cu 、 Si 、 Ti 、 Ge 、 Zr 、 Nb 、 Mo 、 In 、 Sn 、 W 、 Pb 、 Bi 、 Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、 S または O の元素を含む第二の記録層 30 および第三の記録層 40 を備え、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 の厚さ D_2 、 D_3 が、15 nm ないし 50 nm の厚さを有し、第三の記録層 40 の厚さ D_3 と、第二の記録層 30 の厚さ D_2 との比 D_3/D_2 が、0.40 ないし 0.70 の関係を満たすように形成されているから、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 が、レーザビーム L に対して十分な光透過率を有しており、したがって、レーザビーム L が、第三の記録層 40 および第二の記録層 30 を透過する際に、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することができ、第一の記録層 20 に、所望のように、データを記録することが可能となる。

【0130】

一方、第一の記録層 20 に記録されたデータを再生する場合にも、第三の記録層 40 および第二の記録層 30 を透過する際に、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することができ、また、第一の記録層 20 で反射されたレーザビーム L が、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 を透過する際に、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することが可能になるから、第一の記録層 20 に記録されたデータを、所望のように、再生することもできる。

【0131】

さらに、本実施態様においては、第一の記録膜 23a と支持基板 11 との間に、反射膜 21 が形成されているから、反射膜 21 によって反射されたレーザビーム L と、第一の記録層 20 によって反射されたレーザビーム L とが相互干渉し、その結果、記録前と記録後の反射率差を大きくすることができ、したがって、第一の記録層 20 に記録されたデータを、感度よく、再生することができる。

【0132】

また、第二の記録層 30 に、データを記録する場合には、図 9 に示されるパルス列パターンを有するレーザパワー制御信号にしたがって、レーザビーム L のパワーが変調され、こうして、パワーが変調されたレーザビーム L が、第二の記録層 30 にフォーカスされ、光透過層 15、第三の記録層 40 を介して、第二の記録層 30 に照射される。

【0133】

こうして第二の記録層 30 に、レーザビーム L が照射されると、第二の記録層 30 の相状態が変化して、第二の記録層 30 に、データが記録される。以下、具体的な記録のメカニズムについて、第二の記録層 30 が、 Zn または La の金属元素の単体と、 S または O の元素を含んでいる場合を例に挙げて説明する。

【0134】

すなわち、パワーが記録パワー P_w に設定されたレーザビーム L が照射されると、第二の記録層 30 が加熱され、加熱された第二の記録層 30 の領域において、第二の記録層 30 に含まれる非晶質状態の単体の Zn または La の金属元素の単体が、 S または O と反応して、結晶状態の ZnS または La_2O_3 となり、さらに、結晶状態の ZnS または La_2O_3 の周辺に存在する非晶質状態の ZnS または La_2O_3 が、結晶状態の ZnS または La_2O_3 を核として、結晶成長する。

【0135】

こうして、結晶状態の ZnS または La_2O_3 が生成された領域は、それ以外の領域と、 390 nm ないし 450 nm の波長 λ を有するレーザービーム L に対する反射率が大きく異なるので、これを利用して、データを記録することが可能となる。

【0136】

第三の記録層 40 に、データを記録する場合にも、第二の記録層 30 と同様にして、第三の記録層 40 に、レーザービームが照射され、データが記録される。

【0137】

本実施態様においては、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 を、第二の記録層 30 が、 15 nm ないし 50 nm の厚さを有し、第三の記録層 40 の厚さ $D3$ と、第二の記録層 30 の厚さ $D2$ との比 $D3/D2$ が、 0.40 ないし 0.70 の関係を満たすように形成しているから、第二の記録層 30 のレーザービームの光吸収量および第三の記録層 40 のレーザービームの光吸収量がほぼ等しく、かつ、光透過層 15 を介して、照射されるレーザービーム L のパワーに対して、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 の光吸収率が、 10% ないし 30% の十分な光吸収率を有するように、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 を形成することができ、したがって、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 のいずれの記録層にも、データを、所望のように、記録することが可能となる。

【0138】

ここに、レーザービーム L の記録パワー P_w のレベルは、データを記録する記録層ごとに設定される。

【0139】

すなわち、第一の記録層 20 に、データを記録する場合には、レーザービーム L を照射することによって、第一の記録膜 23a に主成分として含まれる元素と、第二の記録膜 23b に主成分として含まれる元素とが混合して、混合領域 M が確実に形成されるレベルに、レーザービーム L の記録パワー P_w が設定され、一方、第二の記録層 30 あるいは第三の記録層 40 に、データを記録する場合には、レーザービーム L を照射することによって、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 のそれぞれに含まれる Ni 、 Cu 、 Si 、 Ti 、 Ge 、 Zr 、 Nb 、 Mo 、 In 、 Sn 、 W 、 Pb 、 Bi 、 Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、 S または O の元素とが、結合して、確実に、化合物の結晶が生成されるレベルに、レーザービーム L の記録パワー P_w が設定される。

【0140】

また、中間パワー P_m および基底パワー P_b のレベルも、データを記録する記録層ごとに設定される。

【0141】

すなわち、第一の記録層 20 に、データを記録する場合には、中間パワー P_m あるいは基底パワー P_b のレーザービーム L が照射されても、第一の記録膜 23a に主成分として含まれる元素と、第二の記録膜 23b に主成分として含まれる元素とが混合することがないレベルに、中間パワー P_m および基底パワー P_b が設定され、第二の記録層 30 あるいは第三の記録層 40 に、データを記録する場合には、中間パワー P_m あるいは基底パワー P_b のレーザービーム L が照射されても、第二の記録層 30 および第三の記録層 40 のそれぞれに含まれる Ni 、 Cu 、 Si 、 Ti 、 Ge 、 Zr 、 Nb 、 Mo 、 In 、 Sn 、 W 、 Pb 、 Bi 、 Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、 S または O の元素とが、結合することがないレベルに、中間パワー P_m および基底パワー P_b が設定される。

【0142】

とくに、基底パワー P_b のレベルは、記録パワー P_w のレーザービーム L が照射されて、加熱された領域が、レーザービーム L のレベルが基底パワー P_b に切り換えられることによって、速やかに冷却されるように、きわめて低いレベルに設定される。

【0143】

図 12 は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる光記録ディスクの略斜視図であり、図 13 は、図 12 の B で示された部分の略拡大断面図である。

【0144】

図13に示されるように、本実施態様にかかる光記録ディスク100は、支持基板11と、支持基板11の表面上に形成された第一の記録層20と、第一の記録層20の表面上に形成された第一の透明中間層12と、第一の透明中間層12の表面上に形成された第二の記録層30と、第二の記録層30の表面上に形成された第二の透明中間層13と、第二の透明中間層13の表面上に形成された第三の記録層40と、第三の記録層40の表面上に形成された第三の透明中間層14と、第三の透明中間層14の表面上に形成された第四の記録層50と、第四の記録層50の表面上に形成された光透過層15とを備えており、第三の透明中間層14および第四の記録層50が形成され、記録層が4層構造を有している点を除き、図1および図2に示された光記録媒体10と同様の構成を有している。

【0145】

第三の透明中間層14は、第三の記録層40と第四の記録層50とを物理的および光学的に十分な距離をもって離間させる役割を果たしている。

【0146】

第三の透明中間層14の表面には、グループ14aおよびランド14bが形成されており、グループ14aおよびランド14bは、それぞれ、第四の記録層50に、データを記録し、第四の記録層50に記録されたデータを再生する場合に、レーザビームLのガイドトラックとして、機能する。

【0147】

第三の透明中間層14を形成するための材料は、とくに限定されるものではないが、第二の透明中間層13および第一の透明中間層12と同様に、紫外線硬化性アクリル樹脂を用いることが好ましい。

【0148】

第三の透明中間層14は、 $5\mu\text{m}$ ないし $50\mu\text{m}$ の厚さを有するように形成されることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ ないし $40\mu\text{m}$ の厚さを有するように形成されることが、より好ましい。

【0149】

第四の記録層50は、第二の記録層30および第三の記録層40と略同一の組成を有し、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、ZnおよびLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体と、SまたはOの元素を含むように形成されている。

【0150】

第四の記録層50は、第二の記録層30および第三の記録層40と同様に、第三の透明中間層14の表面上に、 $\text{ZnS} \cdot \text{SiO}_2$ または $\text{La} \cdot \text{Si} \cdot \text{O} \cdot \text{N}$ を主成分として含むターゲットと、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を主成分として含むターゲットとを用いて、スパッタリング法により、形成される。

【0151】

また、本実施態様においては、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50の厚さは、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50の厚さを、それぞれ、 D_2 、 D_3 および D_4 とした場合に、 $D_2 > D_3 > D_4$ の関係が満たされるように、形成されている。

【0152】

本発明者の研究によれば、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50の厚さが、このような関係を満たすように、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50を形成する場合には、第三の記録層40および第四の記録層50が、レーザビームLに対して十分な光透過率を有することが見出されており、したがって、本実施態様によれば、第一の記録層20に、データを記録する場合に、レーザビームLが、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50を透過する際に、レーザビームLのパワーが低下することを最小限に抑制することが可能になるから、第一の記録層20に、所望のように、データを記録することができ、一方、第一の記録層20に記録さ

れたデータを再生する場合にも、レーザビーム L が、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 を透過する際に、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することができ、また、第一の記録層 2 0 によって反射されたレーザビーム L が、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 を透過する際に、レーザビーム L のパワーが低下することを最小限に抑制することが可能になるから、第一の記録層 2 0 に記録されたデータを、所望のように、再生することが可能となる。

【0153】

また、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 を形成した場合には、光入射面 1 5 a から遠い記録層であるほど、レーザビーム L に対する反射率を高くすることができることを見出されており、したがって、本発明によれば、第一の記録層 2 0 だけでなく、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 から、データを、所望のように、再生することが可能となる。

【0154】

さらに、本実施態様においては、第二の記録層 3 0 が、2 0 n m ないし 5 0 n m の厚さを有し、第三の記録層 4 0 の厚さ D 3 と、第二の記録層 3 0 の厚さ D 2 との比 $D 3 / D 2$ が、0. 4 8 ないし 0. 9 3 の関係を満たし、さらに、第四の記録層 5 0 の厚さ D 4 と、第二の記録層 3 0 の厚さ D 2 との比 $D 4 / D 2$ が、0. 3 9 ないし 0. 7 0 の関係を満たすように、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 が形成されている。

【0155】

本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 2 0、第三の記録層 3 0 および第四の記録層 4 0 を形成した場合には、第二の記録層 3 0 のレーザビームの光吸収量、第三の記録層 4 0 のレーザビームの光吸収量および第四の記録層 5 0 のレーザビームの光吸収量がほぼ等しく、かつ、光透過層 1 5 を介して、照射されるレーザビーム L のパワーに対して、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 の光吸収率が、1 0 % ないし 2 0 % の十分な光吸収率を有するように、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 を形成し得ることが見出されており、したがって、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 のいずれの記録層にも、データを、所望のように、記録することが可能となる。

【0156】

さらに、本発明者の研究によれば、かかる組成および厚さを有するように、第二の記録層 2 0、第三の記録層 3 0 および第四の記録層 4 0 を形成した場合には、第二の記録層 3 0 の反射率、第三の記録層 4 0 の反射率および第四の記録層 5 0 の反射率がほぼ等しく、かつ、それぞれが十分な反射率を有するように、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 を形成し得ることが見出されており、したがって、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 および第四の記録層 5 0 のいずれの記録層からも、記録したデータを、所望のように、再生することができる。

【0157】

以下、本発明の効果をより明瞭なものとするため、実施例を掲げる。

【実施例 1】

【0158】

以下のようにして、光記録ディスクサンプル # 1 を作製した。

【0159】

まず、射出成型法により、1. 1 m m の厚さと、1 2 0 m m の直径を有し、その表面に、グルーブピッチが 0. 3 2 μ m となるように、グルーブとランドが形成されたディスク状のポリカーボネート基板を作製した。

【0160】

次いで、ポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、グルーブおよびランドが形成された表面上に、A g、P d および C u の合金を主成分として含み、1 0 0 n m

を厚さを有する反射膜、ZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、37nmの厚さを有する第一の誘電体膜、Cuを主成分として含み、5nmの厚さを有する第一の記録膜、Siを主成分として含み、5nmの厚さを有する第二の記録膜およびZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、20nmの厚さを有する第二の誘電体膜を、順次、スパッタ法により形成し、第一の記録層を形成した。

【0161】

第二の誘電体膜および第一の誘電体膜に形成に際しては、ZnSとSiO₂の混合物ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比率が80:20のものを使用した。

【0162】

次いで、その表面に、第一の記録層が形成されたポリカーボネート基板をスピンコート装置にセットし、ポリカーボネート基板を回転させながら、第一の記録層上に紫外線硬化性アクリル樹脂を、第二の誘電体膜上に塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、グループおよびランドが形成されたスタンプを載置し、スタンプを介して、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、スタンプを剥離して、その表面に、グループピッチが0.32μmとなるように、グループとランドが形成された厚さ15μmの第一の透明中間層を形成した。

【0163】

さらに、その表面に、第一の記録層および第一の透明中間層が形成されたポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgからなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、第一の透明中間層上に、35nmの厚さを有する第二の記録層を形成した。

【0164】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。第二の記録層に含まれるZn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、理学電気工業株式会社製の蛍光X線装置「RIX2000」（商品名）を用いて、Rh管、管電圧=50kV、管電流=50mAにてX線を発生させ、FP法によって、測定した。但し、基板中にOが含まれているため、Oの測定は困難であり、Oの含有量は、OがSiO₂の状態にあると仮定して、Siの含有量の2倍の原子%であるとした。

【0165】

次いで、第一の記録層上に、第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第二の記録層の表面上に、15μmの厚さを有する第二の透明中間層を形成した。

【0166】

さらに、第一の透明中間層上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、第二の透明中間層の表面上に、スパッタリング法により、第三の記録層を形成した。

【0167】

第三の記録層の厚さは、16nmとし、第三の記録層の厚さD3と第二の記録層の厚さD2との比D3/D2を、0.46とした。

【0168】

次いで、紫外線硬化性アクリル樹脂を、第三の記録層の表面上に、スピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、70μmの厚さを有する光透過層を形成した。

【0169】

こうして、光記録ディスクサンプル#1を作製した。

【0170】

次いで、第三の記録層の厚さD3を、19nmとして、D3/D2を0.54とした点を除き、光記録ディスクサンプル#1と同様にして、光記録ディスクサンプル#2を作製した。

【0171】

さらに、第三の記録層の厚さ D_3 を、 22 nm として、 D_3/D_2 を 0.63 とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1 と同様に、光記録ディスクサンプル # 3 を作製した。

【0172】

また、第三の記録層の厚さ D_3 を、 24 nm として、 D_3/D_2 を 0.69 とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1 と同様に、光記録ディスクサンプル # 4 を作製した。

【0173】

さらに、第三の記録層の厚さ D_3 を、 10 nm として、 D_3/D_2 を 0.29 とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1 と同様に、光記録ディスク比較サンプル # 1 を作製した。

【0174】

また、第三の記録層の厚さ D_3 を、 13 nm として、 D_3/D_2 を 0.37 とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1 と同様に、光記録ディスク比較サンプル # 2 を作製した。

【0175】

さらに、第三の記録層の厚さ D_3 を、 27 nm として、 D_3/D_2 を 0.77 とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1 と同様に、光記録ディスク比較サンプル # 3 を作製した。

【0176】

次いで、光記録ディスクサンプル # 1 を、パルステック工業株式会社製の光記録媒体評価装置「DDU1000」（商品名）にセットして、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層に、それぞれ、 405 nm の波長を有するレーザビームを照射し、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層の反射率を測定した。

【0177】

ここに、第一の記録層の反射率は、光記録ディスクサンプル # 1 が三層の記録層を有するため、第一の記録層以外の第二の記録層および第三の記録層の反射も含まれており、ここでの第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものとした。他の層による反射分は、一つの記録層のみを有する光ディスクと、透明中間層を介して積層された二層の記録層を有する光ディスクを準備し、透明中間層の厚みを変えて、各光ディスクにつき、下層側の記録層の反射率を測定し、測定した各光ディスクの反射率を比較することによって、求めた。その結果、二層の記録層を有する光ディスクにおいて、下層側の記録層の反射率を測定したところ、透明中間層の厚みが $10\text{ }\mu\text{m}$ の場合に、上層側の記録層の反射率の 8% がノイズ成分として、下層側の記録層の反射率に混入し、透明中間層の厚みが $15\text{ }\mu\text{m}$ の場合に、上層側の記録層の反射率の 2% がノイズ成分として、下層側の記録層の反射率に混入していたため、これらの結果をもとに、三層の記録層を有する光ディスクにおける他の層による反射分を算出した。

【0178】

レーザビームのパワーは、 1.0 mW に設定し、 NA （開口数）が 0.85 の対物レンズを用いて、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層に、それぞれ、レーザビームを照射した。

【0179】

さらに、第一の記録層の反射率、第二の記録層の反射率および第三の記録層の反射率のうち、反射率が最大であった反射率の値から、第一の記録層の反射率、第二の記録層の反射率および第三の記録層の反射率のうち、反射率が最小であった反射率の値を減じて、反射率差を算出した。

【0180】

測定結果および算出結果は、表 1 に示されている。

【0181】

同様に、光記録ディスクサンプル#1ないし#4、および光記録ディスク比較サンプル#1ないし#3を、同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、405nmの波長を有するレーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1および第三の記録層の反射率R2を測定して、反射率差を算出した。

【0182】

また、第二の記録層および第三の記録層の反射率は、第一の記録層の反射率と同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0183】

測定結果および算出結果は、表1に示されている。

【0184】

【表1】

	D3/D2	R2 (%)	R1 (%)	R0 (%)	反射率差 (%)
サンプル#1	0.46	4.7	7.1	7.2	2.6
サンプル#2	0.54	6.1	6.5	6.6	0.5
サンプル#3	0.63	7.4	6.0	6.1	1.3
サンプル#4	0.69	8.2	5.7	5.8	2.5
比較サンプル#1	0.29	2.2	8.5	8.7	6.5
比較サンプル#2	0.37	3.4	7.7	7.9	4.5
比較サンプル#3	0.77	9.4	5.3	5.4	4.1

表1に示されるように、D3/D2が、0.40ないし0.70の範囲内にある光記録ディスクサンプル#1ないし#4においては、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層の反射率R0、R1およびR2が、いずれも、3%を越え、十分な反射率を有しており、一方、反射率差も、それぞれ、2.6%、0.5%、1.3%および2.5%となり、いずれも、3.0%以下で、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層の反射率が、ほぼ等しくなることが判明した。

【0185】

これに対して、D3/D2が、0.40ないし0.70の範囲外にある光記録ディスク比較サンプル#1ないし#3においては、光記録ディスク比較サンプル#1の第三の記録層の反射率R2が3%未満であり、反射率差も、光記録ディスク比較サンプル#1ないし#3で、それぞれ、6.5%、4.5%および4.1%で、いずれも3%を越え、第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例2】

【0186】

以下のようにして、光記録ディスクサンプル#5を作製した。

【0187】

まず、射出成型法により、1.1mmの厚さと、120mmの直径を有し、その表面に、グループピッチが0.32 μ mとなるように、グループとランドが形成されたディスク状のポリカーボネート基板を作製した。

【0188】

次いで、ポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、グループおよびラン

ドが形成された表面上に、Ag、PdおよびCuの合金を主成分として含み、100 nmを厚さを有する反射膜、ZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、39 nmの厚さを有する第二の誘電体膜、Cuを主成分とし、23原子%のAlと13原子%のAuが添加された5 nmの厚さを有する第二の記録膜、Siを主成分として含み、5 nmの厚さを有する第一の記録膜および、ZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、20 nmの厚さを有する第一の誘電体膜を、順次、スパッタ法により形成し、第一の記録層を形成した。

【0189】

次いで、実施例1と同様にして、第一の記録層の表面上に、グループおよびランドが形成された10 μmの厚さを有する第三の透明中間層を形成した。

【0190】

さらに、その表面に、第一の記録層および第三の透明中間層が形成されたポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgからなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、第二の透明中間層上に、32 nmの厚さを有する第二の記録層を形成した。

【0191】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。

【0192】

次いで、第一の記録層上に、第三の透明中間層を形成したのと同様にして、第二の記録層の表面上に、10 μmの厚さを有する第二の透明中間層を形成した。

【0193】

さらに、第三の透明中間層上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、第二の透明中間層の表面上に、スパッタリング法により、24 nmの厚さを有する第三の記録層を形成した。

【0194】

次いで、第二の記録層上に、第二の透明中間層を形成したのと同様にして、第三の記録層の表面上に、10 μmの厚さを有する第一の透明中間層を形成した。

【0195】

さらに、第二の透明中間層上に、第三の記録層を形成したのと同様にして、第一の透明中間層の表面上に、18 nmの厚さを有する第四の記録層を、スパッタリング法により、形成した。

【0196】

次いで、紫外線硬化性アクリル樹脂を、第四の記録層の表面上に、スピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、85 μmの厚さを有する光透過層を形成した。

【0197】

こうして、光記録ディスクサンプル#5を作製した。

【0198】

次いで、光記録ディスクサンプル#5を、実施例1で用いた光記録媒体評価装置にセットし、以下の条件で、光記録ディスクサンプル#5に、データを記録した。

【0199】

波長が405 nmの青色レーザービームを、記録用レーザービームとして用い、NA（開口数）が0.85の対物レンズを用いて、レーザービームを、光透過層を介して、第一の記録層に集光し、下記の記録信号条件で、（1、7）RLI変調方式における2Tの長さの記録マークおよび8Tの長さの記録マークを、それぞれ、光記録ディスクサンプル#5の第一の記録層に、形成した。

【0200】

さらに、レーザビームを、光透過層を介して、第一の記録層に集光し、2 T ないし 8 T の長さの記録マークを、ランダムに組み合わせて、データを記録した。

【0201】

レーザビームのパワーを変調するレーザパワー制御信号は、図9に示されるパルス列パターンを用い、レーザビームの記録パワー P_w は、3 mW に設定し、中間パワーは、4.0 mW に設定し、基底パワー P_b は、3.0 mW に設定した。次いで、レーザビームの記録パワー P_w を、3 mW ないし 12 mW の範囲で、3 mW から少しずつ、上げていき、順次、第一の記録層にデータを記録した。

【0202】

変調方式：(1, 7) RLL

記録線速度：5.3 m/秒

記録方式：オングループ記録

次いで、上述の光記録媒体評価装置を用いて、光記録ディスクサンプル#5の第一の記録層に、再生パワーに設定されたレーザビームを照射して、第一の記録層の両隣のグループにデータが記録されているグループに記録されたデータを再生し、記録マークが形成されていない部分の反射率と、2 T の長さの記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号の C/N 比と、8 T の長さの記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号の C/N 比と、2 T ないし 8 T の長さの記録マークをランダムに組み合わせて、記録したデータを再生したときのクロックジッタとを、それぞれ、測定した。

【0203】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものである。

【0204】

また、再生信号の C/N 比の測定は、アドバンテスト株式会社製のスペクトラムアナライザ「スペクトラムアナライザ XK180」（商品名）を用いて、測定した。

【0205】

また、クロックジッタは、タイムインターバルアナライザによって、再生信号の「ゆらぎ σ 」を求め、 σ/T_w (T_w ：クロックの1周期)により、算出した。また、クロックジッタの測定に際しては、リミットイコライザを使用し、ジッタの測定は、4 ms の時間で測定した。

【0206】

データの再生にあたっては、405 nm の波長を有するレーザビームおよび NA（開口数）が 0.85 の対物レンズを用い、再生用レーザビームのパワーは 0.7 mW とした。この際、再生用レーザビームは、記録用レーザビームと同一のレーザのパワーを変えて、使用した。

【0207】

測定結果は、表2に示されている。ここに、表2には、記録パワー P_w を 3 mW ないし 12 mW の範囲で変化させて記録したデータを再生したときに、最小の C/N 比を得られたときの記録パワー P_w 、その記録パワー P_w で記録したデータを再生したときの再生信号の C/N 比およびジッタが示されている。

【0208】

次いで、上述の光記録媒体評価装置を用いて、レーザビームを、光透過層を介して、光記録ディスクサンプル#5の第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれに、順次、集光し、(1, 7) RLL 変調方式における 2 T の長さの記録マークおよび 8 T の長さの記録マークを、それぞれ、光記録ディスクサンプル#5の第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれに、形成した。

【0209】

さらに、レーザビームを、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれに、順次、集光し、8 T の長さの記録マークを、ランダムに組み合わせて、データを記録

した。

【0210】

レーザビームのパワーを変調するレーザパワー制御信号は、図9に示されるパルス列パターンを用い、レーザビームの記録パワー P_w は、3 mWに設定し、中間パワー P_m および基底パワー P_b は、それぞれ、4.0 mWと3.0 mWに設定した。

【0211】

次いで、レーザビームの記録パワー P_w を、第一の記録層にデータを記録したときと同様に、3 mWないし12 mWの範囲で、3 mWから少しずつ、上げていき、順次、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層にデータを記録した。

【0212】

次いで、同じ光記録媒体評価装置を用いて、光記録ディスクサンプル#5の第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれに、再生パワーに設定されたレーザビームを、順次、照射し、記録マークが形成されていない部分の反射率と、2 Tの長さの記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号のC/N比と、8 Tの長さの記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号のC/N比と、2 Tないし8 Tの長さの記録マークをランダムに組み合わせて、記録したデータを再生したときのクロックジッタとを、それぞれ、測定した。

【0213】

データの再生にあたっては、第一の記録層に記録されたデータを再生したときと同様に、データが記録されている2本のトラックに挟まれたトラックを対象とし、このトラックに記録されたデータを再生した。

【0214】

また、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率は、第一の記録層の反射率と同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0215】

測定結果は、表2に示されている。ここに、表2には、記録パワー P_w を3 mWないし12 mWの範囲で変化させて記録したデータを再生したときに、最小のC/N比を得られたときの記録パワー P_w 、その記録パワー P_w で記録したデータを再生したときの再生信号のC/N比およびジッタが示されている。

【0216】

【表2】

	反射率(%)	2T C/N(dB)	8T C/N(dB)	ジッタ(%)	記録パワー(mW)
第四の記録層	4.7	41.2	49.6	10.5	12
第三の記録層	5.4	44.0	49.8	9.8	12
第二の記録層	3.7	44.3	53.5	9.8	10
第一の記録層	4.6	39.4	53.0	10.7	9

表2に示されるように、記録マークが形成されていない部分における第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率は、それぞれ、4.6%、3.7%、5.4%および4.7%であり、光記録ディスクサンプル#5においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層が、いずれも、3.7%以上の反射率を有し、十分な反射率を有していることが判明した。

【0217】

また、表2に示されるように、2 Tの長さの記録マークあるいは8 Tの長さの記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号のC/N比は、光記録ディスクサンプル#5の第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のいずれ

も、それぞれ、39 dB以上、49 dB以上で、高いC/N比の再生信号が得られることが判明した。

【0218】

さらに、表2に示されるように、2 Tないし8 Tの長さを組み合わせた記録マークを形成して、記録したデータを再生したときの再生信号のジッタは、光記録ディスクサンプル#5の第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のいずれにおいても、11%以下で、ジッタが低い再生信号が得られることが判明した。

【実施例3】

【0219】

射出成型法により作製された1.1 mmの厚さと、120 mmの直径を有するディスク状のポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgからなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、18 nmの厚さを有する記録層を形成して、光記録ディスクサンプル#6を作製した。

【0220】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。

【0221】

次いで、射出成型法により作製された1.1 mmの厚さと、120 mmの直径を有するディスク状のポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgからなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、24 nmの厚さを有する記録層を形成して、光記録ディスクサンプル#7を作製した。

【0222】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。

【0223】

さらに、射出成型法により作製された1.1 mmの厚さと、120 mmの直径を有するディスク状のポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgからなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、32 nmの厚さを有する記録層を形成して、光記録ディスクサンプル#8を作製した。

【0224】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。

【0225】

次いで、上述の光記録媒体評価装置を用いて、光記録ディスクサンプル#6ないし#8に、レーザビームを照射し、光記録ディスクサンプル#6の記録層の光透過率T6、光記録ディスクサンプル#7の記録層の光透過率T7、および光記録ディスクサンプル#8の記録層の光透過率T8を、それぞれ、測定した。

【0226】

測定結果は、表3に示されている。

【0227】

【表 3】

	光透過率(%)
サンプル#6	80
サンプル#7	69
サンプル#8	63

表 3 に示されるように、光記録ディスクサンプル# 6 の記録層の光透過率 T 6、光記録ディスクサンプル# 7 の記録層の光透過率 T 7、および光記録ディスクサンプル# 8 の記録層の光透過率 T 8 は、それぞれ、8 0 %、6 9 % および 6 3 % であり、いずれも、6 0 % を越える非常に高い光透過率を有していることが判明した。

【実施例 4】

【0 2 2 8】

第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成するに際し、Z n S を主成分として含むターゲットに代えて、モル比が 2 0 : 3 0 : 5 0 である L a₂ O₃、S i O₂ および S i₃ N₄ の混合物を主成分として含むターゲットを用いた点、および、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の厚さを、それぞれ、2 8 n m、1 8 n m および 1 5 n m とした点を除き、光記録ディスクサンプル# 5 と同様にして、光記録ディスクサンプル# 9 を作製した。ここに、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の組成を測定した結果、L a、S i、M g、O および N の含有量は、それぞれ、6 . 2 原子%、2 4 . 1 原子%、2 3 . 1 原子%、2 4 . 6 原子% および 2 2 . 0 原子% であった。但し、基板中に O が含まれているため、O の測定は困難であり、O の含有量は、次のようにして求めた。まず、光記録ディスクサンプル# 9 に含まれる N の含有量から、S i₃ N₄ の比で、N と結合している S i の含有量を求め、求めた S i の含有量を、光記録ディスクサンプル# 9 に含まれる S i の含有量から減算した。減算した後の残りの S i の含有量は、S i O₂ として O と結合する S i の含有量であるから、これを 2 倍して、S i と結合する O の含有量を求めた。次いで、光記録ディスクサンプル# 9 に含まれる L a の含有量から、L a₂ O₃ の比で、L a と結合している O の含有量を求め、これに S i と結合とする O の含有量を加算して、光記録ディスクサンプル# 9 に含まれる O の含有量を求めた。

【0 2 2 9】

次いで、同じ光記録媒体評価装置を用いて、光記録ディスクサンプル# 9 の第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれに、再生パワーに設定されたレーザビームを、順次、照射し、記録マークが形成されていない部分の反射率を測定した。ここに、レーザビームの再生パワーは、0 . 7 m W に設定した。

【0 2 3 0】

測定結果は、表 4 に示されている。ここに、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率は、実施例 1 と同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0 2 3 1】

【表 4】

	反射率(%)
第四の記録層	3.6
第三の記録層	4.8
第二の記録層	4.3
第一の記録層	3.3

表4に示されるように、記録マークが形成されていない部分における第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率は、それぞれ、3.3%、4.3%、4.8%および3.6%であり、光記録ディスクサンプル#9においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層が、いずれも、3.0%以上の反射率を有し、十分な反射率を有していることが判明した。

【実施例 5】

【0232】

まず、射出成型法により、1.1mmの厚さと、120mmの直径を有し、その表面に、グループピッチが0.32 μ mとなるように、グループとランドが形成されたディスク状のポリカーボネート基板を作製した。

【0233】

次いで、ポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、グループおよびランドが形成された表面上に、Ag、PdおよびCuの合金を主成分として含み、100nmの厚さを有する反射膜、ZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、37nmの厚さを有する第一の誘電体膜、Cuを主成分として含み、5nmの厚さを有する第一の記録膜、Siを主成分として含み、5nmの厚さを有する第二の記録膜およびZnSとSiO₂の混合物を主成分として含み、20nmの厚さを有する第二の誘電体膜を、順次、スパッタ法により形成し、第一の記録層を形成した。

【0234】

第一の誘電体膜および第二の誘電体膜を形成するに際し、ZnSとSiO₂の混合物ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。

【0235】

次いで、第一の記録層が形成されたポリカーボネート基板をスピコート装置にセットし、ポリカーボネート基板を回転させながら、第一の記録層上に紫外線硬化性アクリル樹脂を、第一の誘電体膜上に塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、グループおよびランドが形成されたスタンプを載置し、スタンプを介して、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、スタンプを剥離して、その表面に、グループピッチが0.32 μ mとなるように、グループとランドが形成された厚さ15 μ mの第一の透明中間層を形成した。

【0236】

次いで、第一の記録層および第一の透明中間層が形成されたポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgを主成分として含むターゲットを用いて、スパッタリング法により、第一の透明中間層上に、35nmの厚さを有する第二の記録層を形成した。

【0237】

ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が80:20のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Mg、OおよびSの含有量は、それぞれ、21.5原子%、10.1原子%、20.8原子%、20.1原子%および27.5原子%であった。

【0238】

次いで、第一の記録層、第一の透明中間層および第二の記録層が形成されたポリカーボネート基板をスピコート装置にセットし、ポリカーボネート基板を回転させながら、第二の記録層上に紫外線硬化性アクリル樹脂を、第一の誘電体膜上に塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、グループおよびランドが形成されたスタンプを載置し、スタンプを介して、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、スタンプを剥離して、その表面に、グループピッチが $0.32\mu\text{m}$ となるように、グループとランドが形成された厚さ $15\mu\text{m}$ の第二の透明中間層を形成した。

【0239】

さらに、第一の記録層、第一の透明中間層、第二の記録層および第二の透明中間層が形成されたポリカーボネート基板をスパッタリング装置にセットし、 ZnS と SiO_2 の混合ターゲットおよび Mg を主成分として含むターゲットを用いて、スパッタリング法により、第二の透明中間層上に、 17nm の厚さを有する第三の記録層を形成した。第三の記録層の厚さ D_3 と第二の記録層の厚さ D_2 との比 D_3/D_2 は、 0.49 であった。

【0240】

次いで、第一の記録層、第一の透明中間層、第二の記録層、第二の透明中間層および第三の記録層が形成されたポリカーボネート基板をスピコート装置にセットし、ポリカーボネート基板を回転させながら、第三の記録層上に紫外線硬化性アクリル樹脂を、塗布して、塗膜を形成し、塗膜の表面に、グループおよびランドが形成されたスタンプを載置し、スタンプを介して、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、スタンプを剥離して、その表面に、グループピッチが $0.32\mu\text{m}$ となるように、グループとランドが形成された厚さ $15\mu\text{m}$ の第三の透明中間層を形成した。

【0241】

さらに、第三の透明中間層上に、第三の記録層を形成したのと同様にして、第一の透明中間層の表面上に、 15nm の厚さを有する第四の記録層を、スパッタリング法により、形成した。

【0242】

次いで、紫外線硬化性アクリル樹脂を、第四の記録層の表面上に、スピコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、 $70\mu\text{m}$ の厚さを有する光透過層を形成した。

【0243】

こうして、光記録ディスクサンプル#10を作製した。

【0244】

第三の記録層の厚さ D_3 が 20nm で、 D_3/D_2 が 0.57 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスクサンプル#11を作製した。

【0245】

第三の記録層の厚さ D_3 が 24nm で、 D_3/D_2 が 0.69 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスクサンプル#12を作製した。

【0246】

第三の記録層の厚さ D_3 が 28nm で、 D_3/D_2 が 0.80 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスクサンプル#13を作製した。

【0247】

第三の記録層の厚さ D_3 が 10nm で、 D_3/D_2 が 0.29 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#4を作製した。

【0248】

第三の記録層の厚さ D_3 が 13nm で、 D_3/D_2 が 0.37 となるように、第三の記

録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#5を作製した。

【0249】

第三の記録層の厚さD3が33nmで、D3/D2が0.94となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#10と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#6を作製した。

【0250】

次いで、光記録ディスクサンプル#10ないし#13ならびに光記録ディスク比較サンプル#4ないし#6を、実施例1と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザービームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1、第三の記録層の反射率R2および第四の記録層の反射率R3を測定して、実施例1と同様にして、反射率差を算出した。

【0251】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザービームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0252】

測定結果および算出結果は、表5に示されている。

【0253】

【表5】

	D3/D2	R3(%)	R2(%)	R1(%)	R0(%)	反射率差(%)
サンプル#10	0.49	4.1	3.3	4.4	4.5	1.2
サンプル#11	0.57	4.1	4.2	4.1	4.2	0.1
サンプル#12	0.69	4.1	5.3	3.7	3.7	1.6
サンプル#13	0.80	4.1	6.2	3.3	3.4	2.9
比較サンプル#4	0.29	4.1	1.4	5.5	5.6	4.2
比較サンプル#5	0.37	4.1	2.2	5.0	5.1	2.9
比較サンプル#6	0.94	4.1	6.8	3.1	3.2	3.7

表5に示されるように、ZnSとSiO₂の混合ターゲットおよびMgを主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D3/D2が、0.49ないし0.80の範囲内にある光記録ディスクサンプル#10ないし#13においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率R0、R1、R2およびR3が、いずれも、3%を越え、十分な反射率を有しており、一方、反射率差も、それぞれ、1.2%、0.1%、1.6%および2.9%で、いずれも、3.0%以下であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0254】

これに対して、D3/D2が、0.49ないし0.80の範囲外にある光記録ディスク比較サンプル#4ないし#6においては、光記録ディスク比較サンプル#4および#5の第三の記録層の反射率R2が3%未満であり、反射率差も、光記録ディスク比較サンプル#4および#6においては、それぞれ、4.2%および3.7%で、いずれも3%を越え

、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例 6】

【0 2 5 5】

第三の記録層の厚さ D_3 を、20 nm にするとともに、第四の記録層の厚さ D_4 を、14 nm とした点を除き、光記録ディスクサンプル # 10 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 14 を作製した。ここに、第四の記録層の厚さ D_4 と第二の記録層の厚さ D_2 との比 D_4/D_2 は、0.40 とした。

【0 2 5 6】

第四の記録層の厚さ D_4 が 15 nm で、 D_4/D_2 が 0.43 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 14 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 15 を作製した。

【0 2 5 7】

第四の記録層の厚さ D_4 が 19 nm で、 D_4/D_2 が 0.54 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 14 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 16 を作製した。

【0 2 5 8】

第四の記録層の厚さ D_4 が 10 nm で、 D_4/D_2 が 0.29 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 14 と同様にして、光記録ディスク比較サンプル # 7 を作製した。

【0 2 5 9】

第四の記録層の厚さ D_4 が 25 nm で、 D_4/D_2 が 0.71 となるように、第四の記録層をした点を除き、光記録ディスクサンプル # 14 と同様にして、光記録ディスク比較サンプル # 8 を作製した。

【0 2 6 0】

次いで、光記録ディスクサンプル # 14 ないし # 16、ならびに光記録ディスク比較サンプル # 7 および # 8 を、実施例 1 と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザービームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率 R_0 、第二の記録層の反射率 R_1 、第三の記録層の反射率 R_2 および第四の記録層の反射率 R_3 を測定して、実施例 1 と同様にして、反射率差を算出した。

【0 2 6 1】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザービームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0 2 6 2】

測定結果および算出結果は、表 6 に示されている。

【0 2 6 3】

【表 6】

	D4/D2	R3 (%)	R2 (%)	R1 (%)	R0 (%)	反射率差 (%)
サンプル#14	0.40	3.8	4.3	4.2	4.4	0.5
サンプル#15	0.43	4.3	4.1	4.0	4.1	0.3
サンプル#16	0.54	6.1	3.7	3.6	3.7	2.5
比較サンプル#7	0.29	2.2	4.8	4.7	4.8	2.7
比較サンプル#8	0.71	8.6	3.2	3.0	3.1	5.6

表6に示されるように、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Mgを主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D4/D2が、0.40ないし0.54の範囲内である光記録ディスクサンプル#14ないし#16においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率R0、R1、R2およびR3が、いずれも、3%を越えて、十分な反射率を有しており、一方、反射率差も、それぞれ、0.5%、0.3%および2.5%となり、いずれも、3.0%以下で、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0264】

これに対して、D4/D2が、0.40ないし0.54の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#7および#8においては、光記録ディスク比較サンプル#7の第四の記録層の反射率R3が3%未満であり、反射率差も、光記録ディスク比較サンプル#8においては、5.6%となり、3%を越え、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例7】

【0265】

まず、光記録ディスクサンプル#1と同様の方法を用いて、基板、第一の記録層および第一の透明中間層を、順次、形成した。

次いで、第一の透明中間層が形成された基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Alを主成分として含むターゲットの両方を用いて、スパッタリング法により、28nmの厚さを有する第二の記録層を形成した。ここに、ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、モル比が80:20のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、Al、OおよびSの含有量は、それぞれ、22.2原子%、9.8原子%、19.3原子%、19.6原子%および29.1原子%であった。

【0266】

次いで、第二の記録層の表面上に、第一の記録層上に第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第二の透明中間層を形成し、この後に、第二の透明中間層の表面上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、スパッタリング法により、第三の記録層を形成した。第三の記録層の厚さは、15nmを有するように形成し、第三の記録層の厚さD3と第二の記録層の厚さD2との比D3/D2を0.54とした。

【0267】

次いで、第三の記録層の表面上に、第一の記録層上に第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第三の透明中間層を形成し、この後に、第三の透明中間層の表面上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、12nmの厚さを有する第四の記録層を、スパッタリング法により、形成した。

【0268】

そして、紫外線硬化性アクリル樹脂を、第四の記録層の表面上に、スピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、 $70\mu\text{m}$ の厚さを有する光透過層を形成した。

【0269】

こうして、光記録ディスクサンプル#17を作製した。

【0270】

第三の記録層の厚さD3が 18nm で、 $D3/D2$ が 0.64 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#17と同様にして、光記録ディスクサンプル#18を作製した。

【0271】

第三の記録層の厚さD3が 22nm で、 $D3/D2$ が 0.79 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#17と同様にして、光記録ディスクサンプル#19を作製した。

【0272】

第三の記録層の厚さD3が 10nm で、 $D3/D2$ が 0.36 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#17と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#9を作製した。

【0273】

第三の記録層の厚さD3が 27nm で、 $D3/D2$ が 0.96 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#17と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#10を作製した。

【0274】

次いで、光記録ディスクサンプル#17ないし#19、ならびに光記録ディスク比較サンプル#9および#10を、実施例1と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1、第三の記録層の反射率R2および第四の記録層の反射率R3を測定して、実施例1と同様にして、反射率差を算出した。

【0275】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0276】

測定結果および算出結果は、表7に示されている。

【0277】

【表7】

	D3/D2	R3(%)	R2(%)	R1(%)	R0(%)	反射率差(%)
サンプル#17	0.54	3.6	3.2	3.9	3.8	0.7
サンプル#18	0.64	3.6	4.2	3.5	3.4	0.8
サンプル#19	0.79	3.6	5.4	3.0	3.0	2.4
比較サンプル#9	0.36	3.6	1.7	4.7	4.6	3.0
比較サンプル#10	0.96	3.6	6.7	2.6	2.6	4.1

表7に示されるように、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Alを主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D3/D2が、0.54ないし0.79の範囲内である光記録ディスクサンプル#17ないし#19においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率R0、R1、R2およびR3が、いずれも、3%を越えて、十分な反射率を有しており、一方、反射率差も、それぞれ、0.7%、0.8%および2.4%で、いずれも、3.0%以下であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0278】

これに対して、D3/D2が、0.54ないし0.79の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#9および#10においては、光記録ディスク比較サンプル#9の第三の記録層の反射率R2が3%未満であり、反射率差も、光記録ディスク比較サンプル#10で、4.2%となり、3%を越え、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例8】

【0279】

第三の記録層の厚さD3を、16.4nmにするとともに、第四の記録層の厚さD4を、11nmとした点を除き、光記録ディスクサンプル#17と同様にして、光記録ディスクサンプル#20を作製した。ここに、第四の記録層の厚さD4と第二の記録層の厚さD2との比D4/D2は、0.39とした。

【0280】

第四の記録層の厚さD4が13nmで、D4/D2が0.46となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#20と同様にして、光記録ディスクサンプル#21を作製した。

【0281】

第四の記録層の厚さD4が16nmで、D4/D2が0.57となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#20と同様にして、光記録ディスクサンプル#22を作製した。

【0282】

第四の記録層の厚さD4が10nmで、D4/D2が0.36となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#20と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#11を作製した。

【0283】

第四の記録層の厚さD4が21nmで、D4/D2が0.75となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#20と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#12を作製した。

【0284】

第四の記録層の厚さD4が25nmで、D4/D2が0.89となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#20と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#13を作製した。

【0285】

次いで、光記録ディスクサンプル#20ないし#22、ならびに光記録ディスク比較サンプル#11ないし#13を、実施例1と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1、第三の記録層の反射率R2および第四の記録層の反射率R3を測定して、実施例1と同様にして、反射率差を算出した。

【0286】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたもの

である。

【0287】

測定結果および算出結果は、表8に示されている。

【0288】

【表8】

	D4/D2	R3(%)	R2(%)	R1(%)	R0(%)	反射率差(%)
サンプル#20	0.39	3.1	3.8	3.8	3.7	0.7
サンプル#21	0.46	4.1	3.5	3.5	3.5	0.6
サンプル#22	0.57	5.7	3.2	3.2	3.1	2.6
比較サンプル#11	0.36	2.7	4.0	4.0	3.9	1.3
比較サンプル#12	0.75	8.2	2.7	2.7	2.6	5.6
比較サンプル#13	0.89	10.0	2.3	2.3	2.3	7.7

表8に示されるように、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Alを主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D4/D2が、0.39ないし0.57の範囲内である光記録ディスクサンプル#20ないし#22においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率R0、R1、R2およびR3が、いずれも、3%を越えて、十分な反射率を有しており、反射率差も、それぞれ、0.7%、0.6%および2.6%となり、いずれも、3.0%未満であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれの反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0289】

これに対して、D4/D2が、0.39ないし0.57の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#11ないし#13においては、光記録ディスク比較サンプル#11の第四の記録層の反射率R3、光記録ディスク比較サンプル#12の第二の記録層、第三の記録層の反射率R1、R2、ならびに、光記録ディスク比較サンプル#13の第一の記録層、第二の記録層および第三の記録層の反射率R0、R1およびR2が、3%未満であり、反射率差についても、光記録ディスク比較サンプル#12および#13においては、それぞれ、5.6%および7.7%となり、いずれも3%を越えて、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例9】

【0290】

まず、光記録ディスクサンプル#1と同様の方法を用いて、基板、第一の記録層および第一の透明中間層を、順次、形成した。

次いで、第一の透明中間層が形成された基板をスパッタリング装置にセットし、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Znを主成分として含むターゲットの両方を用いて、スパッタリング法により、21.2nmの厚さを有する第二の記録層を形成した。ここに、ZnSとSiO₂の混合ターゲットは、モル比が80:20のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、Zn、Si、OおよびSの含有量は、それぞれ、42.1原子%、9.7原子%、18.4原子%および29.8原子%であった。

【0291】

次いで、第二の記録層の表面上に、第一の記録層上に第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第二の透明中間層を形成し、この後に、第二の透明中間層の表面上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、スパッタリング法により、第三の記録層を形成した。

。第三の記録層の厚さは、12 nmを有するように形成し、第三の記録層の厚さD3と第二の記録層の厚さD2との比 $D3/D2$ を0.57とした。

【0292】

次いで、第三の記録層の表面上に、第一の記録層上に第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第三の透明中間層を形成し、この後に、第三の透明中間層の表面上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、10.8 nmの厚さを有する第四の記録層を、スパッタリング法により、形成した。

【0293】

そして、紫外線硬化性アクリル樹脂を、第四の記録層の表面上に、スピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、70 μ mの厚さを有する光透過層を形成した。

【0294】

こうして、光記録ディスクサンプル#23を作製した。

【0295】

第三の記録層の厚さD3が14 nmで、 $D3/D2$ が0.66となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#23と同様にして、光記録ディスクサンプル#24を作製した。

【0296】

第三の記録層の厚さD3が16 nmで、 $D3/D2$ が0.75となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#23と同様にして、光記録ディスクサンプル#25を作製した。

【0297】

第三の記録層の厚さD3が19 nmで、 $D3/D2$ が0.90となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#23と同様にして、光記録ディスクサンプル#26を作製した。

【0298】

第三の記録層の厚さD3が10 nmで、 $D3/D2$ が0.47となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#23と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#14を作製した。

【0299】

第三の記録層の厚さD3が21 nmで、 $D3/D2$ が0.99となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#23と同様にして、光記録ディスク比較サンプル#15を作製した。

【0300】

次いで、光記録ディスクサンプル#23ないし#26、ならびに光記録ディスク比較サンプル#14および#15を、実施例1と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1、第三の記録層の反射率R2および第四の記録層の反射率R3を測定して、実施例1と同様にして、反射率差を算出した。

【0301】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0302】

測定結果および算出結果は、表9に示されている。

【0303】

【表 9】

	D3/D2	R3 (%)	R2 (%)	R1 (%)	R0 (%)	反射率差 (%)
サンプル#23	0.57	4.0	3.1	4.3	4.3	1.2
サンプル#24	0.66	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0
サンプル#25	0.75	4.0	4.8	3.7	3.7	1.1
サンプル#26	0.90	4.0	6.1	3.3	3.3	2.8
比較サンプル#14	0.47	4.0	2.3	4.7	4.7	2.4
比較サンプル#15	0.99	4.0	6.9	3.1	3.1	3.8

表 9 に示されるように、ZnS と SiO₂ の混合ターゲットと、Zn を主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D3/D2 が、0.57 ないし 0.90 の範囲内である光記録ディスクサンプル #23 ないし #26 においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率 R0、R1、R2 および R3 が、いずれも、3% を越えて、十分な反射率を有しており、反射率差も、それぞれ、1.2%、0.0% および 1.1% となり、いずれも、3.0% 未満であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0304】

これに対して、D3/D2 が、0.57 ないし 0.90 の範囲外である光記録ディスク比較サンプル #14 および #15 においては、光記録ディスク比較サンプル #14 の第三の記録層の反射率 R2 が 3% 未満であり、反射率差についても、光記録ディスク比較サンプル #15 で、3.8% となり、3% を越えて、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例 10】

【0305】

第三の記録層の厚さ D3 を、14 nm にするとともに、第四の記録層の厚さ D4 を、9 nm とした点を除き、光記録ディスクサンプル #23 と同様にして、光記録ディスクサンプル #27 を作製した。ここに、第四の記録層の厚さ D4 と第二の記録層の厚さ D2 との比 D4/D2 は、0.42 とした。

【0306】

第四の記録層の厚さ D4 が 11 nm で、D4/D2 が 0.52 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル #27 と同様にして、光記録ディスクサンプル #28 を作製した。

【0307】

第四の記録層の厚さ D4 が 14.5 nm で、D4/D2 が 0.68 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル #27 と同様にして、光記録ディスクサンプル #29 を作製した。

【0308】

第四の記録層の厚さ D4 が 8 nm で、D4/D2 が 0.38 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル #27 と同様にして、光記録ディスク比較サンプル #16 を作製した。

【0309】

第四の記録層の厚さ D4 が 16 nm で、D4/D2 を 0.75 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル #27 と同様にして、光記録ディスク

比較サンプル#17を作製した。

【0310】

次いで、光記録ディスクサンプル#27ないし#29、ならびに光記録ディスク比較サンプル#16および#17を、実施例1と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率R0、第二の記録層の反射率R1、第三の記録層の反射率R2および第四の記録層の反射率R3を測定して、実施例1と同様に、反射率差を算出した。

【0311】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0312】

測定結果および算出結果は、表10に示されている。

【0313】

【表10】

	D4/D2	R3(%)	R2(%)	R1(%)	R0(%)	反射率差(%)
サンプル#27	0.42	3.0	4.3	4.3	4.3	1.3
サンプル#28	0.52	4.2	3.9	4.0	4.0	0.3
サンプル#29	0.68	6.4	3.5	3.5	3.5	2.9
比較サンプル#16	0.38	2.7	4.4	4.4	4.4	1.7
比較サンプル#17	0.75	7.5	3.2	3.3	3.3	4.3

表10に示されるように、ZnSとSiO₂の混合ターゲットと、Znを主成分として含むターゲットを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、D4/D2が、0.42ないし0.68の範囲内である光記録ディスクサンプル#27ないし#29においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率R0、R1、R2およびR3が、いずれも、3%を越えて、十分な反射率を有しており、反射率差も、それぞれ、1.3%、0.3%および2.9%となり、いずれも、3.0%未満であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれの反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0314】

これに対して、D4/D2が、0.42ないし0.68の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#16および#17においては、光記録ディスク比較サンプル#16の第四の記録層の反射率R3が3%未満であり、反射率差についても、光記録ディスク比較サンプル#17で、4.3%となり、3%を越えて、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例11】

【0315】

まず、光記録ディスクサンプル#1と同様の方法を用いて、基板、第一の記録層および第一の透明中間層を、順次、形成した。

次いで、第一の透明中間層が形成された基板をスパッタリング装置にセットし、SiO₂、Si₃N₄およびLa₂O₃の混合ターゲットと、Mgを主成分として含むターゲットの両方を用いて、スパッタリング法により、40nmの厚さを有する第二の記録層を形

成した。 SiO_2 、 Si_3N_4 および La_2O_3 の混合ターゲットは、モル比が 30 : 50 : 20 のものを使用した。また、第二の記録層の組成を測定した結果、La、Si、Mg、O および N の含有量は、それぞれ、6.2 原子%、24.1 原子%、23.1 原子%、24.6 原子% および 22.0 原子% であった。

【0316】

次いで、第二の記録層の表面上に、第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第二の透明中間層を形成し、この後に、第二の透明中間層の表面上に、第二の記録層を形成したのと同様にして、スパッタリング法により、第三の記録層を形成した。第三の記録層の厚さは、20 nm を有するように形成し、第三の記録層の厚さ D_3 と第二の記録層の厚さ D_2 との比 D_3/D_2 を 0.50 とした。

【0317】

次いで、第三の記録層の表面上に、第一の透明中間層を形成したのと同様にして、第三の透明中間層を形成し、この後に、第三の透明中間層の表面上に、第三の記録層を形成したのと同様にして、19 nm の厚さを有する第四の記録層を、スパッタリング法により、形成した。

【0318】

そして、紫外線硬化性アクリル樹脂を、溶剤に溶解して、調製した樹脂溶液を、第四の記録層の表面上に、スピンコーティング法によって、塗布して、塗膜を形成し、塗膜に、紫外線を照射して、紫外線硬化性アクリル樹脂を硬化させ、70 μm の厚さを有する光透過層を形成した。

【0319】

こうして、光記録ディスクサンプル # 30 を作製した。

【0320】

第三の記録層の厚さ D_3 が 25 nm で、 D_3/D_2 が 0.63 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 30 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 31 を作製した。

【0321】

第三の記録層の厚さ D_3 が 30 nm で、 D_3/D_2 が 0.75 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 30 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 32 を作製した。

【0322】

第三の記録層の厚さ D_3 が 37 nm で、 D_3/D_2 が 0.93 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 30 と同様にして、光記録ディスクサンプル # 33 を作製した。

【0323】

第三の記録層の厚さ D_3 が 13 nm で、 D_3/D_2 が 0.33 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 30 と同様にして、光記録ディスク比較サンプル # 18 を作製した。

【0324】

第三の記録層の厚さ D_3 が 42 nm で、 D_3/D_2 が 1.05 となるように、第三の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル # 30 と同様にして、光記録ディスク比較サンプル # 19 を作製した。

【0325】

次いで、光記録ディスクサンプル # 30 ないし # 33、ならびに光記録ディスク比較サンプル # 18 および # 19 を、実施例 1 と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率 R_0 、第二の記録層の反射率 R_1 、第三の記録層の反射率 R_2 および第四の記録層の反射率 R_3 を測定して、実施例 1 と同様にして、反射率差を算出した。

【0326】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反

射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【0327】

測定結果および算出結果は、表11に示されている。

【0328】

【表11】

	D3/D2	R3 (%)	R2 (%)	R1 (%)	R0 (%)	反射率差 (%)
サンプル#30	0.50	4.1	3.1	4.3	4.3	1.2
サンプル#31	0.63	4.1	4.2	3.9	4.0	0.3
サンプル#32	0.75	4.1	5.2	3.6	3.6	1.6
サンプル#33	0.93	4.1	6.1	3.2	3.3	2.9
比較サンプル#18	0.33	4.1	1.5	5.0	5.0	3.5
比較サンプル#19	1.05	4.1	6.5	3.1	3.1	3.4

表11に示されるように、 SiO_2 、 Si_3N_4 および La_2O_3 の混合ターゲットと、Mgを主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、 $D3/D2$ が、0.50ないし0.95の範囲内である光記録ディスクサンプル#30ないし#33においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率 $R0$ 、 $R1$ 、 $R2$ および $R3$ が、いずれも、3%を越えて、十分な反射率を有しており、反射率差も、それぞれ、1.2%、0.3%、1.6%および2.9%で、いずれも、3.0%未満であり、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層のそれぞれの反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0329】

これに対して、 $D3/D2$ が、0.50ないし0.95の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#18および#19においては、光記録ディスク比較サンプル#18の第三の記録層の反射率 $R2$ が3%未満であり、反射率差についても、光記録ディスク比較サンプル#18および#19で、それぞれ、3.5%および3.4%となり、3%を越えて、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【実施例12】

【0330】

第三の記録層の厚さ $D3$ を、24nmにするとともに、第四の記録層の厚さ $D4$ を、16nmとした点を除き、光記録ディスクサンプル#30と同様にして、光記録ディスクサンプル#34を作製した。ここに、第四の記録層の厚さ $D4$ と第二の記録層の厚さ $D2$ との比 $D4/D2$ は、0.40とした。

【0331】

第四の記録層の厚さ $D4$ が19nmで、 $D4/D2$ が0.48となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#34と同様にして、光記録ディスクサンプル#35を作製した。

【0332】

第四の記録層の厚さ $D4$ が22nmで、 $D4/D2$ が0.55となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル#34と同様にして、光記録ディスク

サンプル# 3 6 を作製した。

【 0 3 3 3 】

第四の記録層の厚さ D_4 が 2 6 n m で、 D_4 / D_2 が 0 . 6 5 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル# 3 4 と同様に、光記録ディスクサンプル# 3 7 を作製した。

【 0 3 3 4 】

第四の記録層の厚さ D_4 が 1 3 n m で、 D_4 / D_2 が 0 . 3 3 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル# 3 4 と同様に、光記録ディスク比較サンプル# 2 0 を作製した。

【 0 3 3 5 】

第四の記録層の厚さ D_4 が 3 0 n m で、 D_4 / D_2 が 0 . 7 5 となるように、第四の記録層を形成した点を除き、光記録ディスクサンプル# 3 4 と同様に、光記録ディスク比較サンプル# 2 1 を作製した。

【 0 3 3 6 】

次いで、光記録ディスクサンプル# 3 4 ないし# 3 7、ならびに光記録ディスク比較サンプル# 2 0 および# 2 1 を、実施例 1 と同じ光記録媒体評価装置に、順次、セットし、レーザビームを照射して、各光記録ディスクサンプルにつき、第一の記録層の反射率 R_0 、第二の記録層の反射率 R_1 、第三の記録層の反射率 R_2 および第四の記録層の反射率 R_3 を測定して、実施例 1 と同様に、反射率差を算出した。

【 0 3 3 7 】

ここに、第一の記録層の反射率は、第一の記録層にレーザビームを照射して測定した反射率から、他の層による反射分を除去したものであり、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率においても同様に、他の層による反射分を除去して、求めたものである。

【 0 3 3 8 】

測定結果および算出結果は、表 1 2 に示されている。

【 0 3 3 9 】

【表 1 2】

	D_4/D_2	R_3 (%)	R_2 (%)	R_1 (%)	R_0 (%)	反射率差 (%)
サンプル#34	0.40	3.1	4.2	4.3	4.3	1.2
サンプル#35	0.48	4.1	4.0	4.0	4.0	0.1
サンプル#36	0.55	5.1	3.7	3.8	3.8	1.3
サンプル#37	0.65	6.3	3.5	3.5	3.5	2.9
比較サンプル#20	0.33	2.2	4.5	4.5	4.5	2.3
比較サンプル#21	0.75	7.4	3.3	3.3	3.3	4.2

表 1 2 に示されるように、 SiO_2 、 Si_3N_4 および La_2O_3 の混合ターゲットと、 Mg を主成分として含むターゲットとを用いて、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層を形成した場合には、 D_4 / D_2 が、0 . 4 0 ないし 0 . 6 5 の範囲内である光記録ディスクサンプル# 3 4 ないし# 3 7 においては、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率 R_0 、 R_1 、 R_2 および R_3 が、いずれも、3 % を越えて、十分な反射率を有しており、反射率差も、それぞれ、1 . 2 %、0 . 1 %、1 . 3 % および 2 . 9 % となり、いずれも、3 . 0 % 未満であり、第一の記録層、第二の

記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率が、ほぼ、等しくなることが判明した。

【0340】

これに対して、 $D4/D2$ が、0.40ないし0.65の範囲外である光記録ディスク比較サンプル#20および#21においては、光記録ディスク比較サンプル#20の第四の記録層の反射率 $R3$ が3%未満であり、反射率差についても、光記録ディスク比較サンプル#21においては、4.2%となり、3%を越えて、第一の記録層、第二の記録層、第三の記録層および第四の記録層の反射率に、ばらつきが認められた。

【0341】

以上の実施例において、オージェ分光分析装置、光学式膜厚測定装置および透過電子顕微鏡を用いて、記録層の状態を確認したところ、記録用のパワーに設定されたレーザービームが照射された記録層の領域で、金属元素Mの単体の存在と、金属元素Mとの化合物の結晶成長が認められた。

【0342】

本実施例においては、以下の分析と判断により、金属元素Mの存在が認められた状態を、記録層に金属元素Mが含まれるとする。また、以下の分析と判断により、金属元素Mと元素Xの化合物の結晶成長が認められた状態を、金属元素Mの単体と結合して、前記金属元素Mとの化合物の結晶を生成する元素Xが、記録層に含まれるものとする。

【0343】

具体的な手法としては、同一条件で光記録ディスクサンプルを三つ作成し、三つの光記録ディスクサンプルの記録層の一部に、実施例1でデータを記録したのと同じようにして、データを記録した。

【0344】

次いで、データが記録された三つの光記録ディスクサンプルのうちの一つにつき、光透過層を、カッターで切り込みを入れて剥がし、記録層を露出させ、露出した記録層の表面に、20nmの厚さを有する誘電体膜（記録層がZnSを主成分として含む場合は、例えば、 Al_2O_3 ）と、100nmの厚さを有する金属膜（例えばAl）とを、スパッタリング法により、順次、形成した。金属膜と誘電体膜には、分析に影響しないように記録層に含まれる金属元素M以外の材料を使用する必要がある。また、金属膜を形成したのは、オージェ分光分析装置を用いた測定の際に、光記録ディスクサンプルが帯電するのを防止するためである。次いで、誘電体膜および金属膜を形成した光記録ディスクサンプルの金属膜表面を、局部的にスパッタリングし、記録層の表面の一部が露出するように、約2mmの孔を形成した。

【0345】

次いで、データが記録された光記録ディスクサンプルにおいて、記録層のデータが記録された領域と、記録層のデータ未記録の領域につき、オージェ分光分析装置を用いて、エネルギースペクトルを測定した。ここに、エネルギースペクトルの測定に際しては、アルバック・ファイ株式会社製のオージェ分光分析装置「SAM680」を用い、測定条件を、加速電圧5kV、Tilt 30deg、試料電流10nA、Arイオンビームスパッタエッチング加速電圧2kVに設定して、測定した。

【0346】

こうして、記録層のデータが記録された領域と、記録層のデータ未記録の領域につき、エネルギースペクトルを測定した結果、データが未記録の領域では、金属のエネルギースペクトルと、化合物のエネルギースペクトルが混在していると思われるスペクトルが存在し、一方、データが記録された領域では、化合物のエネルギースペクトルのみが認められた。このスペクトルの変化から、記録層に金属元素Mが含まれると判断した。

【0347】

次いで、先の三つの光記録ディスクサンプルのうちの他の一つの光記録ディスクサンプルにカッターで切れ込みを入れて、光透過層、記録層および透明中間層を切り離し、切り離した光透過層、記録層および透明中間層を、紫外線硬化樹脂を用いて、光透過層をスラ

イドガラスに接するようにして、スライドガラス上に接着させた。

【0348】

こうして形成した光記録ディスクサンプルにおいて、記録層のデータが記録された領域と、記録層のデータ未記録領域につき、光学式膜厚測定装置を用いて、405nmの波長を有するレーザビームに対する光吸収率を測定した。ここに、光吸収率の測定に際しては、steag ETA-OPTIK株式会社製の光学式膜厚測定装置「ETA-RT」（商品名）を用いた。

【0349】

こうして、記録層のデータが記録された領域と、記録層のデータ未記録の領域につき、405nmの波長を有するレーザビームに対する光吸収率を測定した結果、データが未記録の領域では、34%の光吸収率を有し、一方、データが記録された領域では、27%の光吸収率を有することが認められた。光吸収率の減少は、金属元素Mの自由電子が光を多く吸収し、元素Xと化合物を作ることによって、金属元素Mの自由電子が少なくなり、光の吸収が減ったため、光吸収率が小さくなったと考えられる。オージェ分光分析によるエネルギースペクトルの変化と同様に、このように光吸収率の減少により記録膜に金属元素Mの単体が含まれていたと判断した。

【0350】

このように、オージェ分光分析装置によるエネルギースペクトルの測定によって、データが未記録の領域において、金属のエネルギースペクトルと、化合物のエネルギースペクトルとが混在し、一方、データが記録された領域において、化合物のエネルギースペクトルのみが確認できたという結果が得られ、また、光学式膜厚測定装置による光吸収率の測定によって、データが記録された領域において、データが未記録の領域に比べて、光吸収率が低下したという結果が得られたため、これらの結果から、記録層に金属元素Mの単体の存在と、記録用のレーザビームを照射した記録層の領域では、金属元素Mの単体が元素Xと結合して、化合物の結晶が生成されたと判断した。

【0351】

次いで、データが記録された三つの光記録ディスクサンプルのうちの残りの1つの光記録ディスクサンプルにつき、透過電子顕微鏡装置を用いて、記録マークの電子回折パターンを測定した。このとき透過電子顕微鏡は、日本電子株式会社製の「JEM-3010」（商品名）を用い、加速電圧は300kVに設定した。

【0352】

ここでは、光記録ディスクサンプルを、マイクロトームを用いて切削し、透過電子顕微鏡用のサンプルを作成した。切断された断面において、記録層の電子回折パターンを測定した結果、データが未記録の領域では、ZnSのブロードな回折リングが認められ、一方、データが記録された領域では、ZnSの回折スポットが認められた。これらの結果から、記録用のレーザビームを照射した記録層の領域では、ZnSの結晶化が生成されたと判断した。

【0353】

本発明は、以上の実施態様に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【0354】

たとえば、図1および図2に示された実施態様においては、光記録媒体10は、基板11と、光透過層15と、基板11および光透過層15の間に形成された三つの記録層第一の記録層20、第二の記録層30および第三の記録層40を備え、図12および図13に示された実施態様においては、光記録媒体100は、基板11と、光透過層15と、基板11および光透過層15の間に形成された四つの記録層第一の記録層20、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50を備えているが、本発明は、三層の記録層を有する光記録媒体および四層の記録層を有する光記録媒体に限定されるものではなく、広く、三層以上の記録層を有する光記録媒体に適用することができる。

【0355】

また、図1および図2、図12および図13に示される実施態様においては、第二の記録層30および第三の記録層40、あるいは第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50に、ZnまたはLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素の単体を含ませるために、還元剤として、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を主成分として含むターゲットを用い、第二の記録層30および第三の記録層40、あるいは第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50を形成しているが、これに限られるものではなく、Mg、AlおよびTiからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素を主成分として含むターゲットに代えて、ZnまたはLa主成分として含むターゲットを用いたスパッタリング法により、第二の記録層30および第三の記録層40、あるいは第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50を形成して、第二の記録層30および第三の記録層40、あるいは第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50に、ZnまたはLaの金属元素の単体を含ませるようにしてもよい。

【0356】

また、図1および図2、図12および図13に示される実施態様においては、第一の記録層20が、Cuを主成分として含む第一の記録膜23aと、Siを主成分として含む第二の記録膜23bとを有するように形成されているが、第一の記録層20を、Cuを主成分として含む第一の記録膜23aと、Siを主成分として含む第二の記録膜23bとを有するように形成することは必ずしも必要でなく、第一の記録層20を、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、ZnおよびLaからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素Mの単体と、記録用レーザービームを照射することにより、金属元素Mの単体と結合して、金属元素Mとの化合物の結晶を生成する性質を有し、SまたはOの元素とを含むように形成することもできる。

【0357】

また、図1および図2、図12および図13に示される実施態様においては、光透過層15を備えているが、光透過層15に代えて、または、光透過層15の表面上に、ハードコート組成物を主成分として含むハードコート層を設けてもよいし、さらに、潤滑性や防汚性の機能を付与するために、ハードコート層に潤滑剤を含ませてもよいし、ハードコート層の表面上に、潤滑剤を主成分として含む潤滑層を、別途、設けるようにしてもよい。

【0358】

さらに、図1および図2、図12および図13にかかる実施態様においては、レーザービームLは、光透過層15を介して、第一の記録層20、第二の記録層30および第三の記録層40、あるいは第一の記録層20、第二の記録層30、第三の記録層40および第四の記録層50に照射されるように構成されているが、本発明は、約0.6mmの厚さを有する光透過性基板と、約0.6mmの厚さを有するダミー基板と、光透過性基板とダミー基板との間に、三層以上の記録層を備えたDVD型の光記録媒体に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0359】

【図1】図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体10の略斜視図である。

【図2】図2は、図1のAで示された部分の略拡大断面図である。

【図3】図3は、第一の記録層20の構成を示す略拡大断面図である。。

【図4】図4は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の製造方法を示す工程図である。

【図5】図5は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の製造方法を示す工程図である。

【図6】図6は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の製造方法を示す工程図である。

【図 7】図 7 は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の製造方法を示す工程図である。

【図 8】図 8 は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録媒体の製造方法を示す工程図である。

【図 9】図 9 は、光記録媒体 1 0 にデータを記録する際に、レーザビーム L の強度を制御するレーザパワー制御信号のパルス列パターンを示すダイアグラムである。

【図 1 0】図 1 0 は、データが記録される前の第一の記録層 2 0 の略断面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、データが記録された後の第一の記録層 2 0 略断面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる光記録媒体 1 0 0 の略斜視図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 2 の A で示された部分の略拡大断面図である。

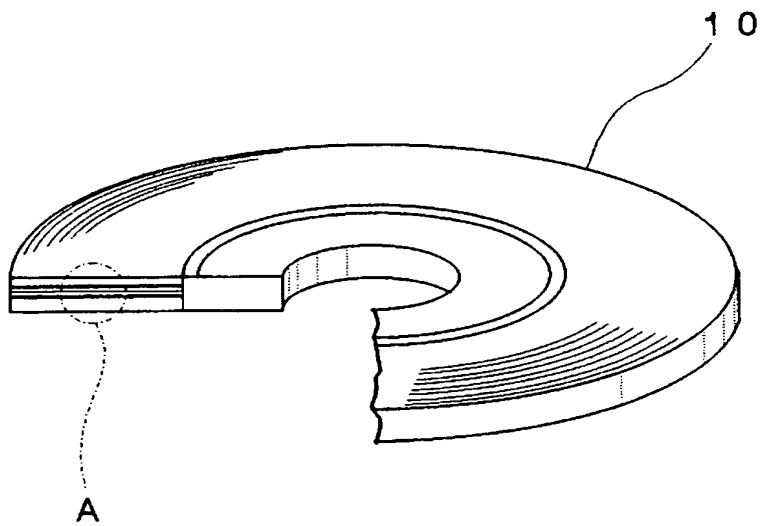
【符号の説明】

【 0 3 6 0 】

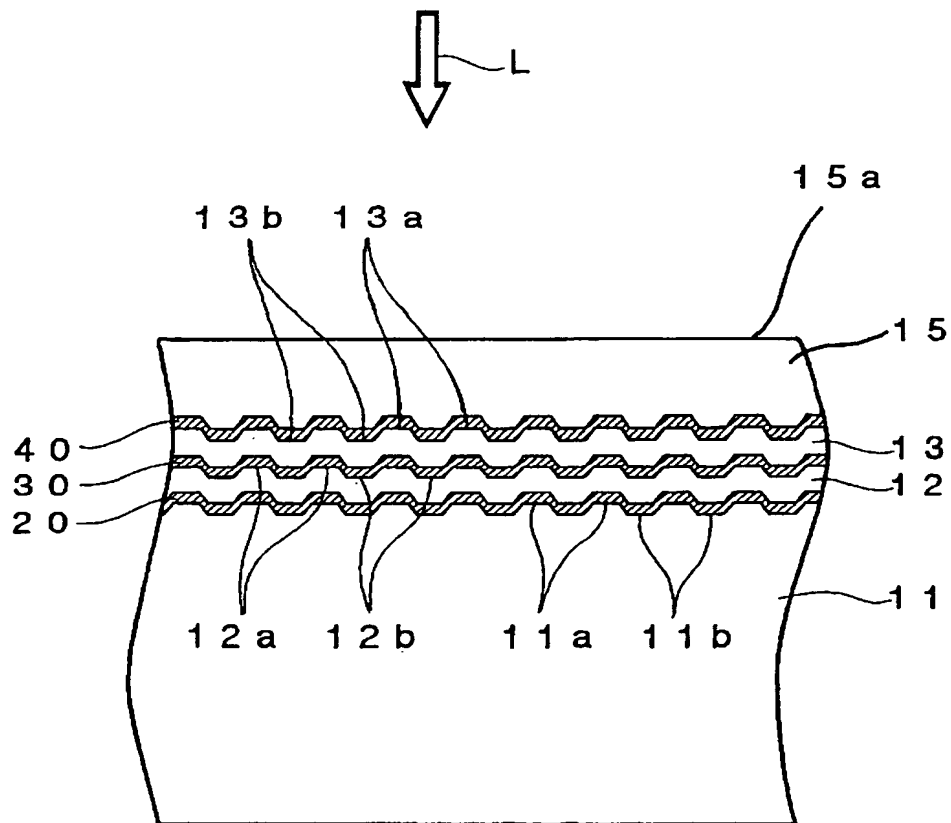
- 1 0 光記録媒体
- 1 1 基板
- 1 1 a グループ
- 1 1 b ランド
- 1 2 第一の透明中間層
- 1 2 a グループ
- 1 2 b ランド
- 1 3 第二の透明中間層
- 1 3 a グループ
- 1 3 b ランド
- 1 4 第三の透明中間層
- 1 4 a グループ
- 1 4 b ランド
- 1 5 光透過層
- 2 0 第一の記録層
- 2 1 反射膜
- 2 2 第二の誘電体膜
- 2 3 a 第一の記録膜
- 2 3 b 第二の記録膜
- 2 4 第一の誘電体膜
- 3 0 第二の記録層
- 4 0 第三の記録層
- 5 0 第四の記録層
- 6 1 スタンパ
- 1 0 0 光記録媒体

【書類名】 図面

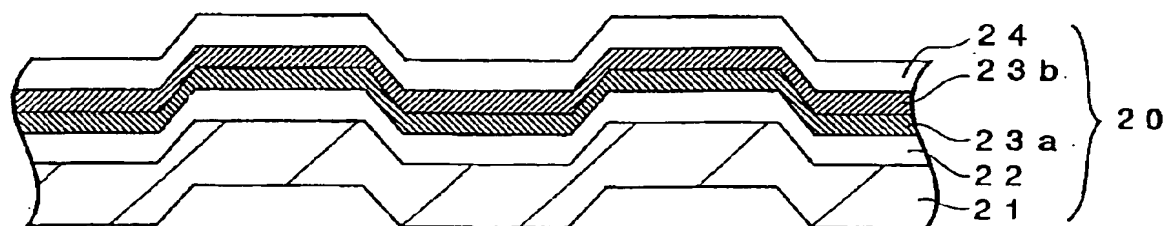
【図 1】



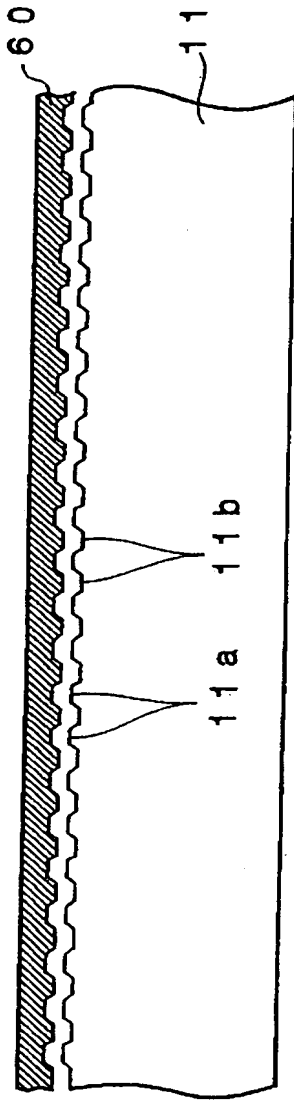
【図 2】



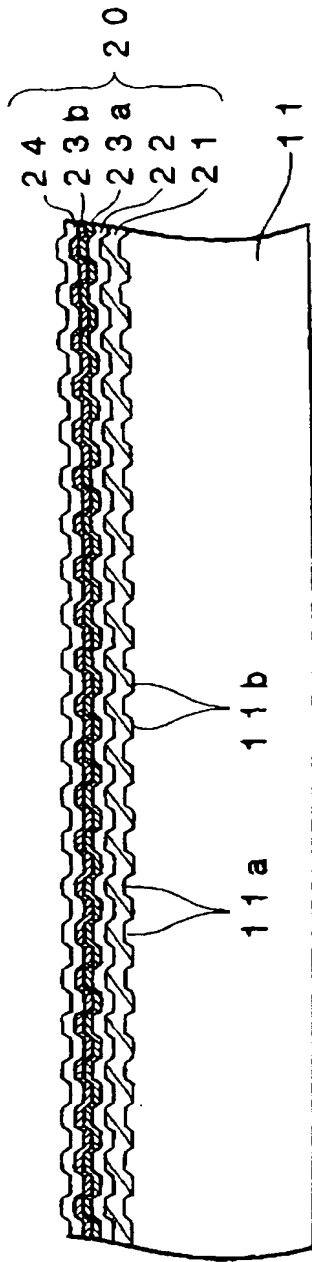
【図 3】



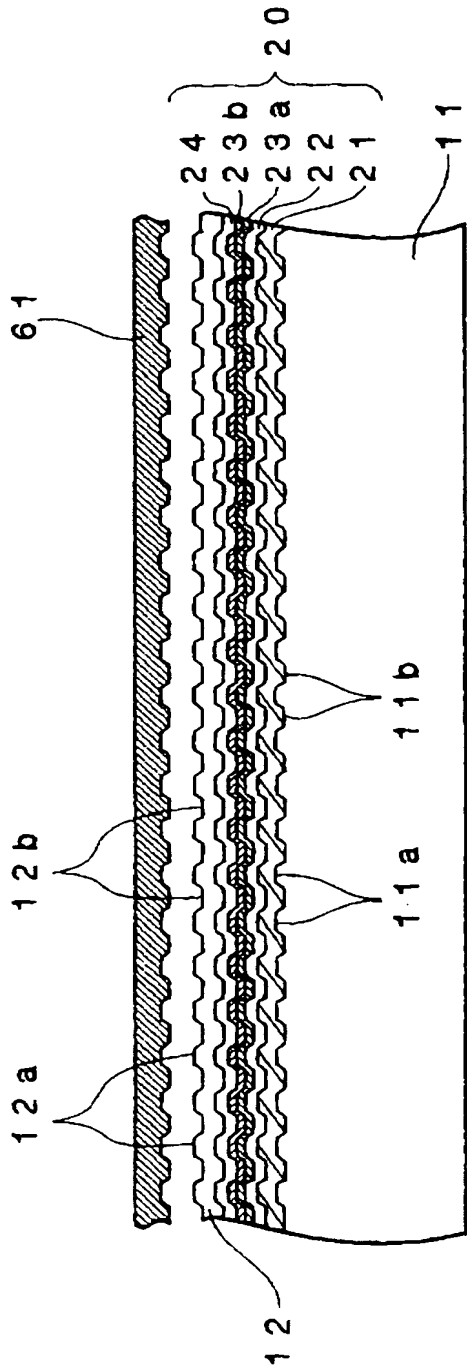
【図 4】



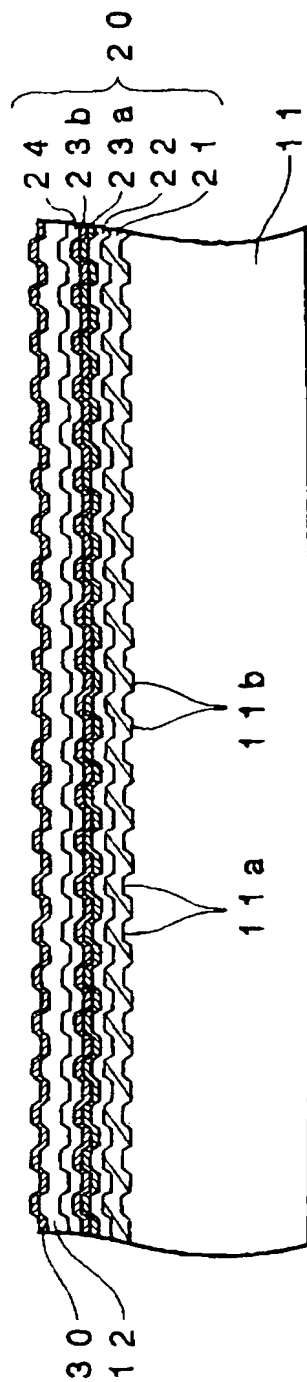
【図 5】



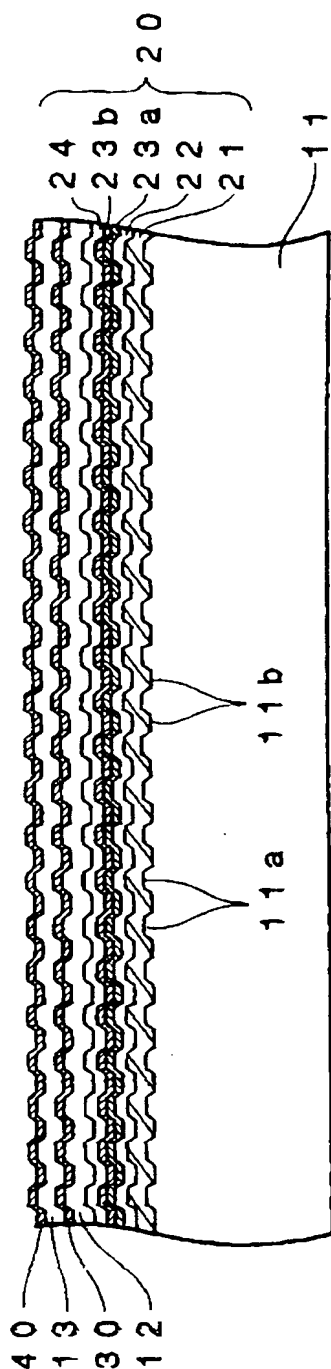
【図 6】



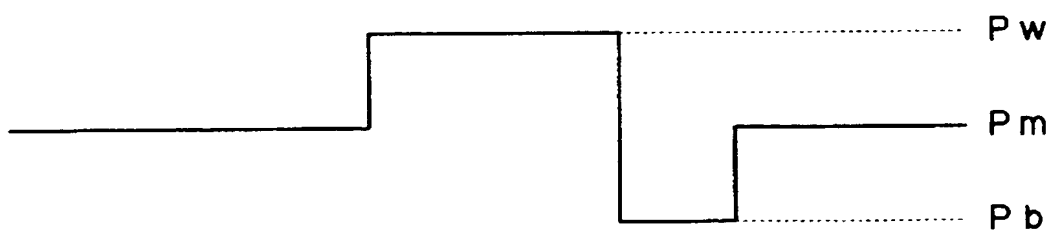
【図 7】



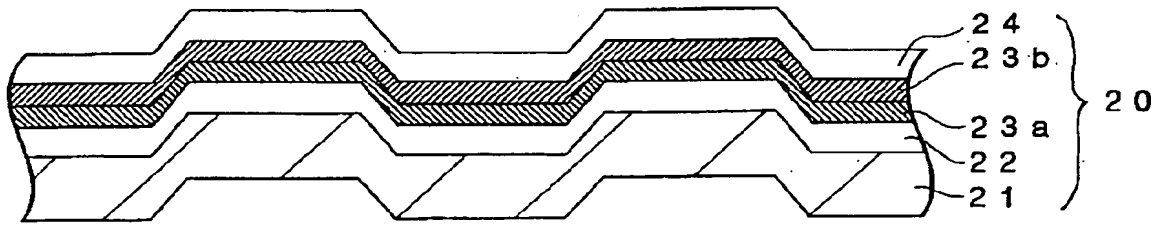
【図 8】



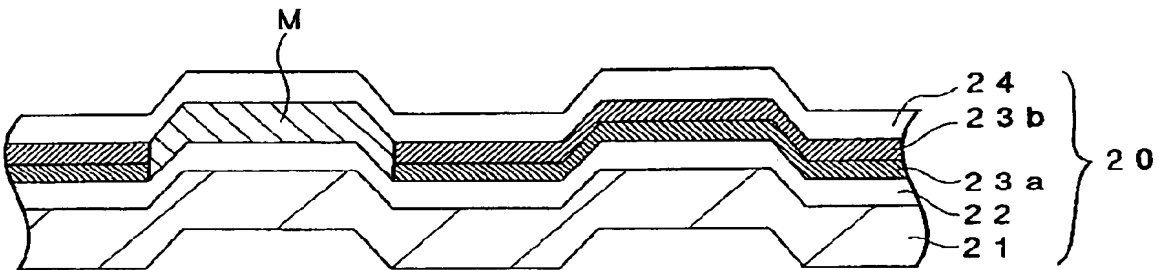
【図 9】



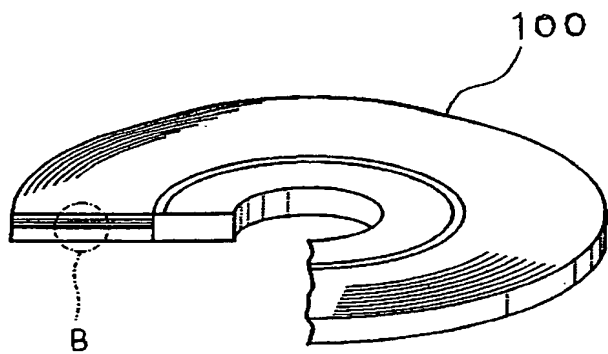
【図 10】



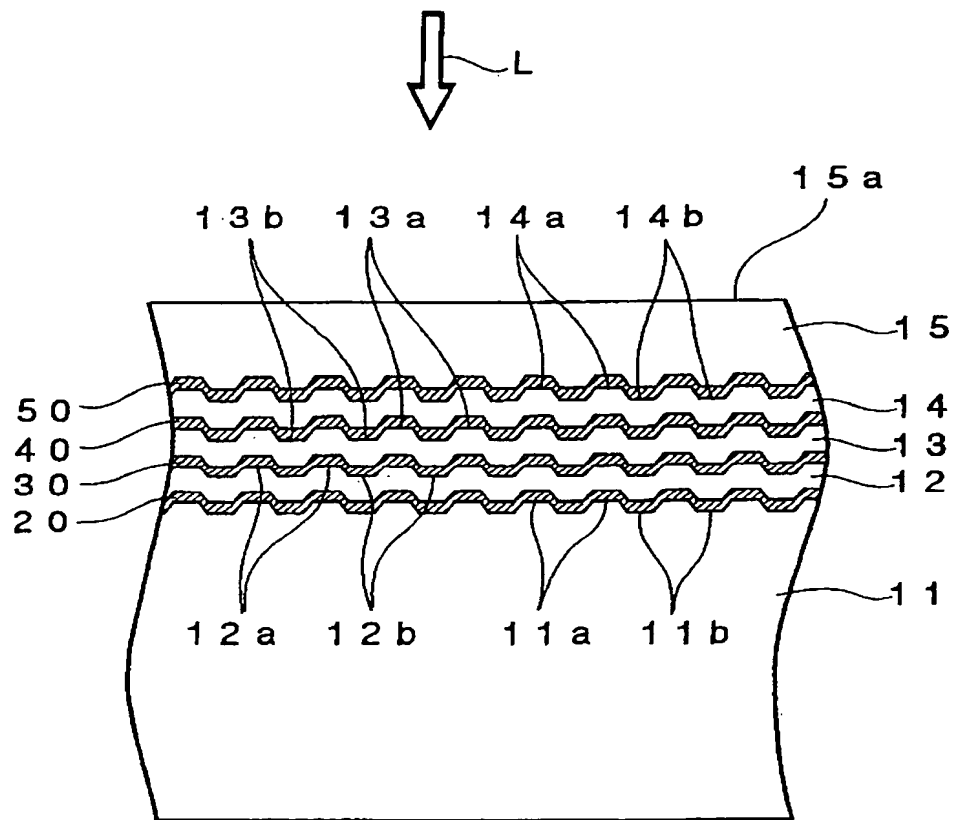
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 複数の記録層を備え、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層に、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができ、かつ、レーザビームの光入射面から最も遠い記録層以外の記録層にも、所望のように、データを記録し、記録したデータを再生することができる光記録媒体を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板 2 と、基板上に形成された第一の記録層 2 0、第二の記録層 3 0、第三の記録層 4 0 を備え、第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 が、いずれも、Ni、Cu、Si、Ti、Ge、Zr、Nb、Mo、In、Sn、W、Pb、Bi、Zn および La からなる群より選ばれる少なくとも一種の金属元素 M の単体と、記録用のレーザビーム L が照射されることにより、金属元素 M の単体と結合して、金属元素 M との化合物の結晶を生成する元素 X とを、含み、これら第二の記録層 3 0 および第三の記録層 4 0 が、レーザビーム L の光入射面に近いほど、厚さが薄く形成されていることを特徴とする光記録媒体。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 3 4 4 8 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社